

MARLENE SORANSO

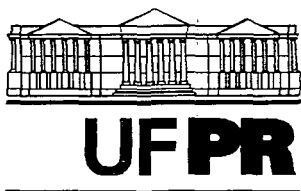
**BACIA DO RIO PALMITAL
INSTRUMENTOS DE GESTÃO, EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA
ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A SAÚDE DA POPULAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Cleverson Vitório Andreoli

CURITIBA

2004

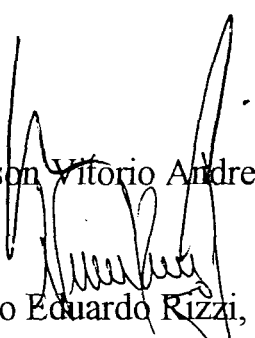


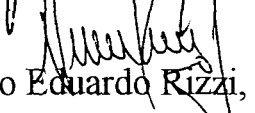
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648
Página: www.agrarias.ufpr.br/~pgcisolos
E-mail: pgcisolos@ufpr.br

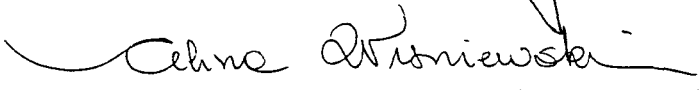
P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **MARLENE SORANSO**, sob o título "**Bacia do Rio Palmital - instrumento de gestão, evolução da água e sua influência a saúde da população**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 29 de abril de 2004.


Prof. Dr. Cleverson Vitorio Andreoli, Presidente.


Prof. Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi, Iº Examinador.


Prof.ª Dr.ª Celina Wisniewski, IIª Examinadora.



Dedico

Aos meus pais Oralino e Benta pela liberdade para que eu pudesse seguir meu caminho.

Ao companheiro Kido pela ajuda e apoio nas minhas dificuldades ao longo da nossa convivência.

Ao meu filho Enzo por sua alegria e ternura.

Ao meus irmãos José, Pedro, Marcos, Paulo, Ana Marta, cunhadas Lélia, Isa, Olga, Joice e sobrinhos Pricila, Eduardo, Flávio, Sandra, Mateus, Ana Paula e Sávio.

À Professora Ana pela eterna dedicação à minha família.

Ao mestre, amigo e conselheiro Hamilton Araújo Bicalho (*in memoriam*) e sua esposa Vanda, pelo exemplo de força e coragem .

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que se dispuseram, direta ou indiretamente, a oferecer sua ajuda na realização desse trabalho, sendo este o resultado de todos esses esforços.

Ao Professor Cleverson V. Andreoli, pela preciosa compreensão, orientação e sugestões.

À Professora Celina Wisniewski, pelo incentivo e ajuda para que eu pudesse iniciar este estudo.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Colegiado e ao Gerson.

Ao Instituto Ambiental do Paraná - IAP, pela disponibilização das séries históricas dos dados de qualidade da água, especialmente à Malú.

À Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC, pelo fornecimento de mapas e outros materiais, especialmente à Leila e à Rosa Maria.

Aos servidores das bibliotecas da Universidade Federal do Paraná e do Instituto Ambiental do Paraná.

À Secretaria Municipal de Planejamento de Colombo, pelo fornecimento de materiais.

À Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo, pelo apoio na busca de dados referentes a doenças relacionadas à água e no reconhecimento de campo, especialmente à Isete, Isonete e Priscila.

À Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo de Pinhais, pelo fornecimento de materiais e mapas, especialmente à Maria Oneda e ao Firmino.

Ao Núcleo Gestor de Vigilância Epidemiológica de Pinhais, pelo fornecimento de dados sobre doenças relacionadas à água.

Ao amigo Carlos Sávio Silva, pela ajuda inestimável na realização dos desenhos.

Ao amigo Anael P. U. Cintra, pelo estímulo constante e por ser meu maior exemplo de garra e perseverança, e também pela ajuda na organização e busca por matérias.

Ao Engº. Osvaldo Dalarmi, exemplo de dedicação, otimismo e trabalho por um futuro melhor, e por estar sempre disposto a ajudar.

Aos amigos de longa data Antonieta, Marli, Noeli, Gerson, Maria Tereza, Patrícia, Nanci, Célia, Marta, Regiane, Maurício, Romarly, Weber, Fernanda, Dulce, Marco, Bárbara e Natália, por estarem sempre do meu lado.

Aos amigos Marilís, Odair, Anael e Érica, pela força e por acreditarem na minha capacidade.

Aos amigos do mestrado Ieda, Renata, Carmem, Lucia, Cristina, Boçon, Bertotti e Ari, por contribuírem com eterno bom humor, além de idéias e sugestões.

Às amigas “mais próximas”, Joana, Isabel e Tânia.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	III
LISTA DE GRÁFICOS.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE ANEXOS.....	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.1. Objetivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Água: um recurso natural.....	4
3.1.1. Utilização dos recursos hídricos	7
3.1.2. Poluição da água	8
3.1.3. Impactos do crescimento urbano na qualidade da água.....	10
3.1.3.1. Favelização	12
3.2. Formas utilizadas para o controle da qualidade da água.....	14
3.2.1. Legislação	14
3.2.1.1. Legislação federal	14
3.2.1.2. Legislação estadual	17
3.2.1.3. Legislações municipais	24
3.2.3. Programas ambientais	27
3.2.4. Indicadores de qualidade da água	29
3.2.4.1. Parâmetros físicos	30
3.2.4.2. Parâmetros químicos.....	31
3.2.4.3. Parâmetro biológico	35
3.3. Doenças relacionadas à água	35
3.4. Área de estudo.....	39
3.4.1. A Região Metropolitana de Curitiba (RMC)	39
3.4.2. Sub-bacia do rio Palmital.....	40
3.4.3. Meio antrópico	41
3.4.4. Crescimento urbano	43
3.4.5. Zoneamento e uso do solo.....	46
3.4.6. Infra-estrutura urbana.....	48
3.4.7. Meio econômico.....	50
3.4.8. Meio físico	51

4. METODOLOGIA	55
4.1. Mapas.....	55
4.2. Coleta e análise dos dados	56
4.2.1. Parâmetros de qualidade da água.....	56
4.2.2. Dados das doenças relacionadas à água.....	61
4.2.3. Estimativa da população da sub-bacia	63
4.2.4. Reconhecimento de campo	64
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1. Ocupação da bacia hidrográfica do Palmital	65
5.2. Hidrografia e monitoramento da qualidade da água	68
5.3. Parâmetros de qualidade da água.....	73
5.3.1. Análise dos parâmetros de qualidade da água	75
5.3.1.1. Fosfato total	78
5.3.1.2. Coliformes total e fecal.....	80
5.3.1.3. Oxigênio dissolvido (OD).....	85
5.3.1.4. Demanda biológica de oxigênio (DBO ₅)	88
5.3.1.5. Condutividade.....	90
5.3.1.6. Nitrogênio Kjeldahl e nitrogênio total	93
5.3.1.7. pH.....	97
5.3.1.8. Turbidez	100
5.3.1.9. Sólidos totais.....	102
5.3.2. Tendências de evolução da qualidade da água	105
5.4. Doenças relacionadas à água	110
5.4.1. Doenças em Colombo	110
5.4.2. Doenças em Pinhais	115
5.4.3. Considerações gerais sobre as doenças.....	118
6. CONCLUSÕES.....	121
7. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	126
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ações humanas que interferem na qualidade da água	8
Tabela 2. Principais agentes poluidores dos recursos hídricos	9
Tabela 3. Alguns parâmetros de potabilidade para a água.....	17
Tabela 4. Alguns parâmetros de qualidade da água para a Classe 2.....	20
Tabela 5. Síntese da lei de zoneamento uso e ocupação do solo em Colombo	25
Tabela 6. Contribuições unitárias típicas de fósforo (P) por atividade.....	33
Tabela 7. Número de casos de leptospirose e índice de incidência no Paraná	37
Tabela 8. Número de casos de hepatite A no Paraná de 1999 a 2001	38
Tabela 9. Número de casos de diarreia no Paraná de 2000 a 2002.....	39
Tabela 10. Aumento populacional na RMC e taxa de crescimento por períodos.....	43
Tabela 11. Projeção das populações das cidades de Curitiba, do Altíssimo Iguaçu e da RMC	44
Tabela 12. Total de domicílios e de aglomerado subnormal na área de interesse.	45
Tabela 13. Uso do solo na sub-bacia Palmital no período de 1976 a 1999	52
Tabela 14. Rio Palmital e afluentes, identificação dos pontos, locais de coleta e período de monitoramento.....	56
Tabela 15. Matriz de correlação (R) dos parâmetros de qualidade da água	73
Tabela 16. Características gerais dos gráficos de evolução dos indicadores de qualidade.....	74
Tabela 17. Fosfato total na sub-bacia Palmital.	79
Tabela 18. Coliformes totais na sub-bacia Palmital.....	83
Tabela 19. Coliformes fecais na sub-bacia Palmital.....	83
Tabela 20. OD na sub-bacia Palmital	87
Tabela 21. DBO ₅ na sub-bacia Palmital	89
Tabela 22. Condutividade na sub-bacia Palmital.....	92
Tabela 23. Nitrogênio Kjeldahl na sub-bacia Palmital	95
Tabela 24. Nitrogênio total na sub-bacia Palmital.....	95
Tabela 25. pH na sub-bacia Palmital	99
Tabela 26. Evolução da turbidez na sub-bacia Palmital	101
Tabela 27. Sólidos totais na sub-bacia Palmital.....	104
Tabela 28. Ocorrência de diarreia em Colombo	110
Tabela 29. Ocorrência de hepatite A em Colombo.....	111
Tabela 30. Ocorrência de leptospirose em Colombo	112
Tabela 31. Correlação (R) entre os parâmetros de qualidade da água (ponto AI 42) e as doenças em Colombo, período de 1997 a 2000	114
Tabela 32. Ocorrência de hepatite A em Pinhais.....	115
Tabela 33. Ocorrência de leptospirose em Pinhais	116
Tabela 34. Correlação (R) entre os parâmetros de qualidade da água (ponto AI 03) e as doenças em Pinhais, período de 1997 a 2000	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolução do fosfato total na sub-bacia do rio Palmital	79
Gráfico 2. Evolução de coliformes totais na sub-bacia do rio Palmital.....	81

Gráfico 3. Evolução de coliformes fecais na sub-bacia do rio Palmital	82
Gráfico 4. Evolução do OD na sub-bacia do rio Palmital.....	86
Gráfico 5. Evolução da DBO ₅ na sub-bacia do rio Palmital.....	88
Gráfico 6. Evolução da condutividade na sub-bacia do rio Palmital.....	91
Gráfico 7. Evolução do nitrogênio Kjeldahl na sub-bacia do rio Palmital	94
Gráfico 8. Evolução do nitrogênio total na sub-bacia do rio Palmital.....	94
Gráfico 9. Evolução do pH na sub-bacia do rio Palmital	98
Gráfico 10. Evolução da turbidez na sub-bacia do rio Palmital	100
Gráfico 11. Evolução dos sólidos totais na sub-bacia do rio Palmital.....	103
Gráfico 12. Evolução da hepatite A em Colombo	112
Gráfico 13. Evolução da leptospirose em Colombo	114
Gráfico 14. Evolução da hepatite A em Pinhais	117
Gráfico 15. Evolução da leptospirose em Pinhais	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recortes dos Mapas de Proteção dos Mananciais Hídricos da RMC, Decreto Estadual 2.964/80 (esquerda) e Decreto Estadual 1.751/96 (direita).	18
Figura 2. Mapa de localização da sub-bacia do rio Palmital dentro da rede hidrográfica do Estado do Paraná (adaptados para este trabalho de SUDERHSA, 1997 e COMEC, 1976).	41
Figura 3. Mapa de uso da terra na sub-bacia Palmital para o ano de 1999 (Fonte: JACOBS, 2002).	53
Figura 4. Sub-bacia do Palmital e pontos de monitoramento	69
Figura 5. Vista de ocupação irregular (Ana Terra), na rua Gaspar Kania, junto a um afluente do rio Cachoeira, próximo do antigo lixão em Santa Terezinha.	71
Figura 6. Mapa de localização das áreas com ocupação irregular na sub-bacia Palmital	72
Figura 7. Mapa de localização da rede de esgoto existente na sub-bacia Palmital.....	76
Figura 8. Ocupação irregular de Vila Zumbi, rua Aleixo Schluga, em Colombo.	113

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Zoneamento do uso do solo no município de Pinhais, definido pela Lei 500/01 ...	128
Anexo 2. Médias anuais de nitrogênio e frações	131
Anexo 3. Mapa de Ocupação e Infra-Estrutura Urbana.....	132
Anexo 4. Mapa de Zoneamento Urbano	133
Anexo 5. Mapa de Reconhecimento de Campo.....	134

RESUMO

A sub-bacia do rio Palmital localiza-se em área de manancial nos municípios de Colombo e Pinhais, na Região Metropolitana de Curitiba. Possuindo uma área de drenagem de cerca de 92,4 km², o Palmital atravessa uma região com elevada taxa de crescimento demográfico, principalmente nas áreas limítrofes à capital. A intensa e desordenada ocupação verificada a partir da década de 1970, incluindo várzeas e margens do rio, vem afetando a qualidade suas águas. Este trabalho foi desenvolvido por meio do levantamento dos instrumentos de gestão e de séries históricas de dados de qualidade da água e de doenças de veiculação hídrica, para a verificação de suas alterações no tempo. As leis instituídas no âmbito estadual e municipal, tendo em vista a proteção do meio ambiente e recursos hídricos, entraram em vigor com o processo de adensamento populacional e conseqüente deterioração da qualidade da água em andamento, e não evidenciaram efeitos positivos no período analisado. As leis com aprovação mais recente, de maior abrangência, não podem ainda ser avaliadas. Observou-se um aumento do nível de degradação da qualidade da água com o tempo, em decorrência do incremento de cargas orgânicas, provenientes principalmente de esgoto doméstico, demonstrado pela elevação dos teores de fosfato, nitrogênio amoniacal e coliformes, que superam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2 ao longo da sub-bacia. Verificaram-se, ainda, maiores níveis de degradação no trecho médio e inferior da mesma, em área de ocupação mais densa, e um incremento mais acentuado em diversos indicadores após 1998. Os reflexos da poluição da água sobre a população foram verificados através do aumento do número de casos de doenças relacionadas com a água ao longo do tempo, particularmente para a hepatite A e a leptospirose. Para a leptospirose, e em menor grau para a hepatite A, foram observadas taxas médias de ocorrência em Pinhais maiores que em Colombo, refletindo a predominância de planícies e várzeas, de difícil drenagem natural, no município de Pinhais.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, gestão, indicadores ambientais

ABSTRACT

The sub-basin of the Palmital river is located in spring area in the municipal districts of Colombo and Pinhais, in the Metropolitan Area of Curitiba. Having a drainage area of about 92,4 km², Palmital crosses an area with high tax of demographic growth, mainly in the bordering areas to the capital. The intense and disordered occupation verified starting from the decade of 1970, including meadows and margins of the river, it is affecting their water quality. This work was developed through the rising of the administration instruments and of historical series of water quality data and the water-borne diseases, for the verification of their alterations along the time. The laws instituted in the State and Municipal level, about the protection of the environment and water resources, they came into force after the population denser process and consequent deterioration of the water quality, and they didn't evidence positive effects in the analyzed period. The laws with more recent approval, of larger inclusion, they still cannot be appraised. An increase in the degradation level of the water quality was observed along the time, due to the increment of organic loads, coming mainly from domestic sewer, demonstrated by the elevation of phosphate, ammoniac nitrogen and coliforms, that overcome the established limits for the CONAMA 20's Resolution for rivers of Class 2 through out the sub-basin. They were also verified larger degradation levels in the medium and lower part of the sub-basin, in denser occupation area, and an more accentuated increment in several indicators after 1998. The effects of the water pollution on the population were verified through the increase of the number of cases of diseases related with the water along the time, particularly for the hepatitis "A" and the leptospirosis. For the leptospirosis, and in smaller degree for the hepatitis "A", it was observed average occurrence rates larger in Pinhais than in Colombo, reflecting the predominance of plains and meadows, of difficult natural drainage, in the municipal district of Pinhais.

Key words: hydrographic basin, management, environmental indicators

1. INTRODUÇÃO

A água é um importante recurso natural cuja qualidade vem sendo fortemente alterada com as mudanças demográficas, a velocidade e a extensão da globalização e com o desenvolvimento sócio-econômico impulsionado pelo avanço tecnológico. Esses fatores elevam a demanda dos recursos hídricos, ao mesmo tempo em que deterioram os mananciais e aumentam sua escassez. Com isso, a disponibilidade de água tanto em quantidade quanto em qualidade torna-se um dos fatores limitantes ao desenvolvimento das cidades (ANDREOLI et al., 1999).

Os problemas relativos à qualidade da água abrangem uma grande variedade de aspectos dentro do estudo dos recursos hídricos e do ambiente e na determinação das potenciais fontes de contaminação, as quais são resultantes de disposições inadequadas dos resíduos líquidos e sólidos, de natureza doméstica e industrial, de práticas agrícolas incorretas e da urbanização inadequada sem o necessário crescimento da infra-estrutura de saneamento. Todas essas ações humanas acarretam impactos que se inter-relacionam com os processos naturais que ocorrem na bacia hidrográfica e que interferem nos corpos hídricos, provocando alterações nos aspectos quantitativos e qualitativos da água (LIMA, 2001). Tais alterações interferem também na qualidade de vida da população, principalmente no que se refere à saúde, pelas diversas formas de consumo da água e condições de habitação.

Com todos esses problemas a gestão de bacias urbanas tornou-se complexa. No entanto, se a situação se agrava em decorrência do efeito acumulativo gerado pelo crescimento populacional dos centros urbanos, em geral desordenado, novas perspectivas surgiram com a implementação da política de recursos hídricos que introduziu importantes mudanças administrativas, de ordenamento institucional e de gerenciamento dos recursos hídricos dentro da unidade da bacia hidrográfica.

A sub-bacia Palmital localiza-se nos municípios de Colombo e Pinhais, na Região Metropolitana de Curitiba, a qual é composta por 26 municípios, concentrando cerca de 25% da população total e 30 % da população urbana do Estado do Paraná, apresentando uma grande densidade demográfica e altos parâmetros de crescimento nas áreas limítrofes à capital. Essa área engloba as nascentes do rio Iguaçu que compõem o principal manancial de abastecimento de Curitiba e região.

O elevado crescimento populacional ocorrido na Região Metropolitana de Curitiba, a partir da década de 1970, levou à ocupação urbana das áreas de mananciais, ao mesmo tempo em que gerou um aumento da demanda de água para abastecimento público, indústria e comércio. O crescimento da demanda de água, nessa região, ultrapassou os de 300 l/s.ano na década de 1990 (ANDREOLI et al., 1999).

A sub-bacia do rio Palmital, parte desse manancial, tem suas águas utilizadas para abastecimento público em Colombo, através da captação Palmital, e contribui também, quando se faz necessário, para o sistema integrado de abastecimento da Região Metropolitana de Curitiba através da captação Iguaçu. Situada a nordeste de Curitiba, atravessa uma região que sofreu uma intensa e desordenada ocupação, sem um correspondente crescimento da infra-estrutura urbana de saneamento, acarretando uma degradação da qualidade de suas águas. Os instrumentos de gestão, as causas da degradação e sua intensidade, e os reflexos na saúde da população são analisados neste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar a gestão dos recursos hídricos na sub-bacia Palmital de forma a conhecer os instrumentos utilizados, além dos reflexos da densificação urbana tanto na qualidade da água, quanto na saúde da população, visando contribuir para o melhor conhecimento desta área.

2.1. Objetivos específicos

- Levantar os instrumentos de gestão utilizados para a manutenção da qualidade da água da sub-bacia Palmital.
- Levantar as informações sobre a evolução da qualidade da água e da saúde da população na sub-bacia do Palmital.
- Identificar, por meio de pesquisa bibliográfica e reconhecimentos de campo, as causas da degradação da qualidade da água e a influência da mesma sobre a população na sub-bacia do Palmital.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Água: um recurso natural

Segundo REBOUÇAS (1999) *“o termo água refere-se, regra geral, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico, passível de utilização como tal fim”*.

A água doce é um elemento essencial ao abastecimento do consumo humano, ao desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas, e de importância vital a todos os ecossistemas existentes na terra. Toda a produção, seja ela industrial ou biológica, requer consumos elevados de água (MONTENEGRO e PEREIRA, 2000).

Para SEWELL (1978) a água tem valor material e emocional para as populações, representando o sucesso ou fracasso para os agricultores em épocas críticas, a sobrevivência de pescadores e da própria população de peixes, no abastecimento das cidades, indústrias, recreação e lazer.

A água, como elemento indispensável à vida humana, tem sido fator importante na localização e desenvolvimento de suas atividades e moradia. Segundo AZEVEDO NETO (1973) e SILVA (1998) a busca pelo domínio da água sempre esteve presente na história das civilizações, sendo inicialmente limitado ao desenvolvimento de técnicas como a irrigação, canalizações, construções de diques, entre outros. A água teve e tem papel fundamental para a sobrevivência das comunidades, devido à função agrária e alimentar, e por assegurar organização e coerência entre diferentes povos.

A quantidade de água na terra é cerca de 1.400 milhões de km³, e desses apenas 40 milhões de km³ (menos de 3%) são de água doce. Do total de água doce, 77,2% corresponde às calotas polares e glaciais; 22,4% são águas subterrâneas; 0,35% são lagos e pântanos; 0,04% estão na atmosfera e 0,01% estão nos rios. As águas subterrâneas representam grande quantidade do total de água doce, porém uma grande parcela destas encontra-se muito profunda, tornando-se difícil o seu uso devido ao elevado custo operacional. A água doce que pode ser utilizada limita-se à cerca de 2,7 milhões de km³ nos aquíferos subterrâneos e cerca de 140.000 km³ de águas superficiais (rios e lagos) (LEAL, 1997).

As fontes de água disponíveis para serem utilizadas para o abastecimento humano e de todas as suas atividades são captadas em rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. Por isso, apresentam características de qualidade variáveis de acordo com os ambientes de origem, de circulação, percolação e armazenamento (REBOUÇAS, 1999).

A degradação da qualidade desse recurso, pelo uso indevido, torna a cada dia a quantidade disponível menor. De acordo com TUNDISI et al. (1999) a principal fonte de água doce, facilmente disponível para o uso, localiza-se no escoamento superficial, o qual caracteriza um importante aspecto que é a distribuição desigual na superfície da Terra.

A distribuição geográfica desigual e o mal uso da água, podem levar a geração de conflitos entre usuários. WEBER (1998) alerta para a eminente escassez de água para o consumo humano, devido ao volume de água doce facilmente disponível ser muito reduzido.

A distribuição dos recursos hídricos na Terra não é uniforme nem espacialmente nem temporalmente. No decorrer de um ano e ao longo do tempo ocorrem vários fenômenos, que são devidos às condições climáticas, os quais podem levar a situações de extremos, como enchentes e secas. Situações estas que podem ser agravadas ou melhoradas pela ação do homem (LEAL, 1997).

No caso do Brasil os recursos hídricos são abundantes, no entanto a distribuição espacial não é homogênea. Segundo SETTI (1998), cerca de 89% da água superficial, facilmente disponível, está concentrada na região Norte e Centro-Oeste do Brasil, onde se encontram cerca de 14,5% da população, a qual necessita de 9,2% da demanda hídrica total, e o restante do potencial hídrico (11%), concentra-se no Nordeste, Sul e Sudeste, onde se encontra 90,8% da demanda hídrica brasileira.

Situações de risco de conflito pela qualidade e quantidade de água são crescentes em algumas bacias hidrográficas, onde o uso excessivo em algumas atividades gera deficiência desse recurso para outras. Tal situação leva a conflito entre usuários, como exemplo o que acontece no norte de Minas Gerais na bacia do rio Verde Grande, onde segundo BONALUME NETO (1999), a população ribeirinha a jusante de grandes áreas de irrigação sofre a falta de água, pois “equipamentos de irrigação tiram do Verde Grande e fazem jorrar sobre a terra a água que viabiliza a agricultura”. O aumento da produção trazido pela irrigação levou a região a uma situação contraditória, pois garantiu a viabilidade à agricultura e geração

de empregos, mas provocou o assoreamento do Verde Grande e de outros rios causando problema de falta de água para a população que vive ao longo de suas margens.

Dada a capacidade da água de se recompor em quantidade e qualidade, devido às chuvas e ao poder de autodepuração dos rios, é considerada um recurso renovável (SETTI, 1996). O ciclo hidrológico é o fenômeno natural responsável pela renovação das águas, o qual é acionado pela energia solar, onde as águas são evaporadas e precipitadas sobre mares e continentes, num ciclo permanente.

Segundo LEAL (1997) os fenômenos referentes ao ciclo hidrológico, em suas fases terrestre e fluvial que ocorrem na bacia hidrográfica, estão intimamente relacionados com os componentes bióticos do ambiente, como a cobertura vegetal, e com suas características morfológicas como a declividade e geologia. Modificações nesse ambiente levam a alterações no ciclo hidrológico e no seu equilíbrio e qualidade.

Ainda segundo LEAL (1997) existem três atributos básicos referentes à água que são: quantidade, qualidade e regime (refere-se à distribuição temporal), que se encontram entrelaçados no ambiente e influenciando-se mutuamente. Qualquer modificação na quantidade de água de um rio afeta sua capacidade de depuração, alterando a qualidade. A sazonalidade do regime também pode levar as mesmas alterações em períodos de estiagem.

Outra característica importante da água é o seu deslocamento espacial e na própria bacia. Assim, diversas atividades são desenvolvidas ao longo do curso de um rio, influenciando a qualidade da água. Portanto, os despejos, desmatamento, agricultura e captações, ocorridos em trechos a montante, interferem na qualidade a jusante, o que leva a uma condição de dependência entre usuários. Atualmente para solucionar esses conflitos busca-se por meio da organização dos usuários de uma bacia e de legislações específicas, disciplinar e racionalizar os seus diversos usos.

Segundo RIZZI (2003) o aproveitamento eficiente dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, tendo em vista as diferentes demandas de uma sociedade “é uma tarefa árdua”, que depende do conhecimento da disponibilidade dos mesmos (como sua localização, quantidade, qualidade e sua variabilidade). As análises da disponibilidade dos recursos hídricos face às demandas, presentes e futuras, permitem planejamentos e ações visando garantir uma utilização mais racional e sustentável.

Para a facilitar o estudo de uma área utiliza-se a compartimentação em bacias ou sub-bacias (afluentes de uma grande bacia) hidrográficas. O termo bacia hidrográfica refere-se à região no entorno de um curso d'água, onde a precipitação drena em sua direção e contribui para o volume escoado (LEAL, 1997).

3.1.1. Utilização dos recursos hídricos

Segundo VON SPERLING (1996), as principais formas de utilização dos recursos hídricos são: abastecimento doméstico; abastecimento industrial; irrigação; dessedentação de animais; aquicultura; preservação da fauna e flora; recreação e lazer; harmonia paisagística; geração de energia elétrica; navegação e diluição de despejos. Os quatro primeiros usos são realizados após a retirada da água do local de origem e, os demais são realizados no próprio local onde se encontra o recurso.

Com a expansão da agricultura, a carência de disponibilidade se agrava e o problema é compatibilizar os diferentes usos da água, pois hoje cerca de 70% da água consumida vai para a agricultura, na irrigação. A agricultura consome mais desse recurso do que qualquer outro segmento em quase todos os países. Alguns exemplos são: Índia 93%, Espanha 62%, México 86% e Brasil 59% do total consumido (BONALUME NETO, 1999).

Já segundo LIMA (2001), em geral, o uso da água define-se no Brasil e em outros países em desenvolvimento, pelo consumo de 70% na agricultura e pecuária, para irrigação de cultivos agrícolas e dessedentação de animais, 8% para o abastecimento doméstico e 22% para abastecimento industrial.

O uso da água pode ser classificado em uso consuntivo e não consuntivo. Segundo SETTI (1998), o uso consuntivo implica na perda de quantidade de água que é retirada ou derivada e a que retorna ao local de origem. O uso não consuntivo, ao contrário, não traz perda de quantidade do recurso hídrico utilizado.

Representando mundialmente os maiores volumes de consumo de água na forma de uso consuntivo, está a agricultura nos plantios irrigados (LEAL, 1997). Por representar uma forma mais segura de produzir não dependendo do clima, e permitindo o plantio em regiões antes desfavoráveis pela sua ausência, cresceu a demanda desse recurso para essa atividade.

Essa forma de produção agrícola utiliza maior quantidade de insumos agrícolas, podendo levar a danos ao ambiente e à própria exaustão das fontes hídricas.

Existem ainda outras formas de utilização da água que podem interferir muito na sua qualidade. Na Tabela 1, são mostrados alguns desses usos e seus efeitos sobre o sistema.

Tabela 1. Ações humanas que interferem na qualidade da água

Atividade	Possível ação inadequada	Consequências diretas	Consequências indiretas na água
Indústrias de materiais de construção, garimpo, outros.	Retirada de areia de margens e leitos de rios	Modificação da calha natural e do transporte de sedimentos	Assoreamento e/ou erosão dos rios
Garimpo de ouro	Utilização de mercúrio	Contaminação da água	
Mineração de carvão	Emissão de enxofre para a atmosfera	Chuva ácida	Acidificação da água
Termoelétricas a carvão			
Exploração madeireira, pecuária, agrícola, etc.	Desflorestamento	Mudança na permeabilidade do solo: erosão do solo	Mudanças no regime hidrológico da bacia: assoreamento e/ou erosão dos rios
Agricultura	Prática agrícola inadequada	Perda de solo, carreado para os rios	Assoreamento dos rios; poluição difusa
	Aplicação de agrotóxicos	Contaminação da água	
	Excesso de fertilizantes	Poluição da água e/ou eutrofização	
	Captação excessiva para irrigação	Subida do lençol freático	Salinização do solo e da água
Criação de animais	Matadouros inadequados	Carramento de matéria orgânica e lançamento nos rios	Poluição da água
Diposição de resíduos sólidos	Aterros sanitários mal executados	Infiltração de poluentes no lençol	Contaminação do lençol freático
Urbanização	Ocupação de zonas marginais de rios	Estrangulamento das seções de escoamento dos rios	Inundações
	Ocupação de encostas	Erosão das encostas e carreamento de lixo pelas ruas	Entupimento dos sistemas de drenagem; inundações
	Pavimentação com asfalto	Impermeabilização do solo	Acentuação do regime de enchentes
	Concentração espacial de produção de dejetos	Sobrecarga do sistemas de tratamento	Degradação do corpo d' água receptor

Fonte: LEAL (1997)

3.1.2. Poluição da água

Segundo VON SPERLING (1996) a poluição pode ser entendida como a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram os recursos hídricos e trazem prejuízos aos legítimos usos que dele são feitos.

As variedades de poluentes lançados nos corpos d'água podem ser agrupadas em duas grandes classes: pontual e difusa. Os efluentes domésticos e industriais constituem o grupo pontual por se restringirem a um simples ponto de lançamento, o que facilita o sistema de coleta através de rede ou canais. Em geral, a contaminação pontual pode ser reduzida ou eliminada através de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor.

Já a contaminação difusa caracteriza por apresentar múltiplos pontos de descarga resultantes do escoamento em áreas urbanas e ou agrícolas e ocorrem durante os períodos de chuva, atingindo concentrações bastante elevadas dos poluentes. A redução dessa forma de contaminação geralmente requer mudanças nas práticas de uso da terra, do meio urbano e da melhoria de programas de educação ambiental (LIMA, 2001).

A Tabela 2, a seguir, apresenta algumas das formas com que os poluentes se apresentam na água e seus efeitos sobre os recursos hídricos.

Tabela 2. Principais agentes poluidores dos recursos hídricos

Poluente	Principais Parâmetros	Fonte					Possível efeito poluidor
		Esgotos			Drenagem superficial		
		Domésticos	Industriais	Reutilizados	Urbana	Agricultura e pastagem	
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	muchito	variável	usualmente não importante	médio	pouco	Problemas estéticos Depositos de lodo Adsorção de poluentes Proteção de patogênicos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio	muchito	variável	usualmente não importante	médio	pouco	Consumo de oxigênio Mortalidade de peixes Condições septicás
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	muchito	variável	usualmente não importante	médio	pouco	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes (amônia) Doença em recém nascidos(nitrato) Poluição de águas subterrâneas
Patogênicos	Coliformes	muchito	usualmente não importante	usualmente não importante	médio	pouco	Doenças de veiculação hídrica
Matéria orgânica não biodegradável	Pesticidas Alguns detergentes	usualmente não importante	variável	usualmente não importante	usualmente não importante	médio	Toxicidades (várias) Espumas (detergentes) Redução da transferência de oxigênio (detergentes) Não biodegradáveis Maus odores (ex. fenóis)
Metais pesados	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc.)	usualmente não importante	variável	usualmente não importante	usualmente não importante	usualmente não importante	Toxicidade Inibição do tratamento biológico de esgotos Problemas na disposição do lodo na agricultura Contaminação da água subterrânea
Sólidos orgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais Condutividade elétrica	usualmente não importante	usualmente não importante	médio	usualmente não importante	pouco	Salinidade excessiva -prejuízo às plantações(irrigação) Toxicidade a plantas (alguns íons) Problemas de permeabilidade do solo(sódio)

Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1996)

Entre as formas de poluição, a difusa apresenta maior dificuldade de controle devido a sua característica de ser intermitente, relacionada com a precipitação, e por estar diluída ao longo do curso d'água (VON SPERLING, 1996)

Segundo dados da SUDERHSA (2000) existem 306 indústrias poluidoras dos recursos hídricos localizados na Região Metropolitana de Curitiba, e dessas 57 são responsáveis pelo lançamento de mais de 95% das cargas poluidoras industriais despejadas nos rios, sendo que nenhuma delas situa-se na sub-bacia do Palmital.

Existe, então, a necessidade de maior planejamento da ocupação do solo e do crescimento paralelo de toda a infra-estrutura urbana necessária para que os impactos no ambiente sejam reduzidos. Segundo TUCCI (1999) o processo de desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido aumento significativo na frequência de inundações, na produção de sedimentos, materiais sólidos e poluentes e na deterioração da qualidade do solo e da água. Esse problema se torna cada vez maior à medida que os limites urbanos aumentam.

3.1.3. Impactos do crescimento urbano na qualidade da água

A concentração urbana representa o resultado do crescimento populacional local e a migração de um território para outro. O grau de concentração atingido por qualquer localidade é função de seus recursos e de suas vantagens de localização em comparação com outras cidades (MARCONDES, 1999). No entanto, a ocupação do solo urbano de forma não planejada leva a deterioração e exaustão dos recursos disponíveis.

Segundo JACOBS e RIZZI (2003) as atuais tendências das populações são no sentido de criar grandes complexos urbanos, os quais consomem grandes quantidades de água e lançam proporções equivalentes de esgotos, sejam eles domésticos ou industriais, contaminando progressivamente os mananciais com muitas substâncias.

Segundo JACOBI (2000) os problemas ambientais nas grandes cidades e regiões metropolitanas decorrem da urbanização predatória sobre o ambiente, os quais retratam o efeito da ausência de políticas que atendam o crescente déficit habitacional. Isso cria uma dinâmica urbana excludente e segregadora que determina o surgimento de uma paisagem cada vez mais marcada pelo uso de estratégias de sobrevivência da população, onde se destrói a cobertura vegetal e se privilegiam práticas de deterioração do ambiente urbano.

Para MARCONDES (1999) a escassez da água, a contaminação dos mananciais e as enchentes representam as maiores ameaças à saúde e a segurança das populações urbanas, em

função de como são estabelecidos os processos de apropriação dos recursos ambientais, em especial pela forma de urbanização inadequada vigente.

O problema crescente de escassez de água para abastecimento das cidades decorre, de acordo com REBOUÇAS (1999), da combinação do crescimento exagerado da população urbana e da degradação da qualidade das águas, os quais são devidos ao processo não planejado de urbanização e de industrialização, ocorridos no Brasil a partir da década de 1950.

Segundo TUCCI (1999) o desenvolvimento urbano brasileiro tem sido concentrado em regiões metropolitanas, na capital dos estados e cidades pólos regionais. A RMC apresenta problema semelhante, pois segundo dados do IBGE (1997) foi a região metropolitana com maior crescimento no Brasil no período de 91-96, com taxa de 3,4 % ao ano.

De acordo com MOTA (1999) o aumento da população e a ampliação das cidades devem ser acompanhados do crescimento de toda a infra-estrutura urbana, proporcionando melhor condição de vida aos seus habitantes. O planejamento e a ordenação do uso do solo permitem a diminuição das influências negativas sobre o ambiente. Por outro lado, a ausência de planejamento gera sérios problemas ambientais devido à ocupação desordenada, sem respeitar o ecossistema local.

A manutenção da qualidade dos recursos hídricos urbanos é fundamental, por garantir a qualidade ambiental, a saúde da população e o atendimento, atual e futuro, da demanda por água. Atualmente, tornou-se mais necessária para outros usos, como suprimento da indústria, produção de energia, irrigação, recreação e pesca. De acordo com MOTA (1999), mesmo com a ocupação do solo para fins urbanos, a qualidade e a quantidade da água devem ser garantidas aos seus diversos usos.

A ocupação não planejada de áreas de mananciais, mesmo em áreas rurais, causou graves impactos sobre a qualidade da água e de vida da população desses locais e sobre sua influência. O baixo nível tecnológico e organizacional de uso e ocupação do solo em alguns locais, e o aumento da mecanização, em outros, levaram ao desmatamento e a ocupação de bacias hidrográficas, ocasionando o aparecimento de processos erosivos, sedimentação dos rios e a redução das reservas de água do solo. Tais fatores não resultam somente na poluição da água e degradação do solo, mas na pobreza de uma região e da sua população. Este fato é

percebido pela intensa migração populacional para áreas urbanas, muitas vezes já superpovoadas (BANCO MUNDIAL, 1998 e REBOUÇAS, 1999).

Em termos econômicos, RIZZI (1981), demonstrou os benefícios financeiros gerados pela manutenção da cobertura florestal que protegia os mananciais de abastecimento público da Região Metropolitana de Curitiba, e os prejuízos tanto na qualidade quanto no aumento do custo de tratamento da água caso fosse retirada a vegetação. Ressalta ainda, a necessidade de manutenção dessa cobertura vegetal nas áreas de interesse e até a importância de sua reposição nas áreas mais degradadas.

3.1.3.1. Favelização

A partir de 1950 e de forma mais acentuada na década de 1970, a migração da população rural e de pequenas cidades para os grandes centros urbanos, gerou uma demanda crescente por locais para moradia e novas oportunidades. Atualmente a falta de empregos, pouca oferta de moradias populares e a descapitalização da população, agravaram tal demanda dentro da população urbana (LIMA et al., 2003). Essa população, na busca por locais para moradia, acaba por ocupar, muitas vezes, espaços impróprios, geralmente nas margens de rios, gerando sérios problemas ambientais e a degradação dos recursos hídricos, o que afeta a saúde e segurança das pessoas.

A expansão urbana de Curitiba e região foi direcionada para regiões consideradas inadequadas para urbanização que compreendem áreas inundáveis desta e em outros municípios limítrofes. Fundamentada no baixo custo da terra e o interesse no usufruto das facilidades urbanas implantadas em Curitiba levaram à continuidade da malha urbana desta mas, em loteamentos implantados fora da cidade, porém próximos dos terminais de transporte coletivo urbano desta (COMEC, 1997). O comportamento do crescimento urbano da RMC nos últimos anos foi no sentido da periferação da população em busca de áreas a preços mais acessíveis à sua disponibilidade financeira, aliada ao fácil acesso no transporte coletivo (LIMA e MENDONÇA, 2003).

Entre os problemas urbanos com maior dificuldade de solução está o da ocupação desordenada de um território, e que leva a originar as favelas ou ocupações irregulares ou ainda, aglomerados subnormais. Para o IBGE (2000) aglomerado subnormal é definido como:

“conjunto (favelas e assemelhados) constituído por unidades habitacionais (barracos, casas etc.), ocupando, ou tendo ocupado até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular), dispostas, em geral, de forma desordenada e densa, e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais”.

LIMA et al. (2003) indicam quatro fatores que estimulam o crescimento do número de favelas que são: crise econômica, crise do sistema financeiro de habitação, nova geração de favelados (que gostam de morar em favelas) e expansão de serviços públicos nesses locais (luz, água, telefone, escola, etc).

O problema com a ocupação de áreas urbanas de forma irregular e desordenada, chama a atenção para esse grave problema social que vivemos nas últimas décadas. As grandes metrópoles estão entre as áreas onde estes problemas são maiores. Segundo CORREIA (2003), *“sob viadutos, penduradas em encostas ou invadindo áreas públicas ou privadas, surgiram 464 favelas em São Paulo. É como se uma nova favela tivesse se formado na capital paulista a cada oito dias de 1991 a 2000”*. Estes locais possuem péssimas condições de saneamento e de construção. Há uma década o número de pessoas em favelas em São Paulo era de cerca de 900 mil pessoas. Em 2000 esse número cresceu 30%, enquanto a população da cidade cresceu apenas 8%, mostrando uma nova realidade social, causada pela perda de renda, levando a população a buscar locais compatíveis com seu ganho.

A RMC também tem passado por profundas mudanças no seu espaço territorial. Em 1991 existiam em Curitiba, segundo LINARTH (2001), 262 ocupações irregulares, abrangendo cerca de 54 mil famílias, num total de 200 mil pessoas. Só no período de 1993 a 2001, surgiram 26 novas favelas em Curitiba.

O adensamento urbano da RMC, mais acentuado na década de 1990, pode estar relacionado com as profundas alterações nas relações trabalhistas e da negociação coletiva, ocorridas na década de 1990, marcado por questões como abertura da economia, privatização, competitividade internacional, reestruturação produtiva, Mercosul e reforma administrativa, entre outros, e por um quadro de desemprego e recessão. O Plano Real, implantado em 1994, apesar de conseguir controlar a inflação, agravou essa situação (DIEESE, 2003).

Segundo LIMA e MEDONÇA (2003) a questão habitacional configura-se num dos maiores desafios para o poder público. Antes mesmo de melhoria dos padrões habitacionais existentes, visando otimização do consumo de energia, ou utilização de materiais e processos

que causem menos impacto ao ambiente, devem-se verificar as condições de pobreza extrema, em que os cidadãos utilizam-se de subabitações, configurando um problema social e de responsabilidade do Estado.

3.2. Formas utilizadas para o controle da qualidade da água

3.2.1. Legislação

3.2.1.1. Legislação federal

O marco legal na gestão dos recursos hídricos no Brasil foi o Código das Águas, estabelecido pelo Decreto Federal n.º 24.643, de 10 de julho de 1934, que está sendo utilizado como base para a gestão durante mais de 60 anos. Alguns de seus artigos foram revogados com a nova Constituição Federal de 1988.

Segundo LEAL (1997) com a criação do Código de Águas houve uma mudança nas diretrizes do país, pois a propriedade da água que tradicionalmente estava ligada a propriedade da terra e a produção agrícola, passa a ter regulamentação e a abrir caminho para o aproveitamento energético, devido ao crescimento das cidades e das indústrias no país.

No início de 1960 houve uma centralização do poder de legislar sobre as águas, principalmente a partir de 1964 com a tomada de poder pelos militares, o que segundo SETTI (1998) foi reforçado pelas Constituições Federais de 1967 e 1969, passando a ser privativo da União legislar sobre este recurso.

De acordo com SETTI (1998) a regulamentação do Código de Águas foi realizada exclusivamente nos capítulos referentes ao aproveitamento hidroelétrico, deixando de regulamentar alguns pontos importantes como os usos múltiplos e a conservação da sua qualidade. Os Estados começaram na década de 70 a legislar sobre o controle da poluição, defendendo seus interesses na qualidade da água como forma de proteção da saúde da população. Com este argumento, os Estados contornavam a exclusividade da União em legislar sobre as águas. Outro aspecto importante que levou a busca pela proteção dos recursos hídricos pelos Estados foi a Assembleia Geral das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972.

Dada então, a necessidade de uma nova proposta de gestão dos recursos hídricos e, segundo LEAL (1997), atendendo as reivindicações crescentes de diversas áreas técnicas e administrativas relacionadas com este recurso (como a Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH e o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE), em 1988 com a elaboração da nova da Constituição Federal, foram incorporadas novas propostas para a gestão deste recurso.

A Constituição Federal estabeleceu no artigo 21 inciso XIX, a competência da União em instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Determinou ainda que, cabe a União legislar sobre as águas, sendo que as normas para a cooperação entre União e Estados seriam fixadas em lei complementar, buscando o equilíbrio do desenvolvimento e bem estar no país.

Mesmo com esta característica centralizadora, conforme LEAL (1997), a Constituição no seu artigo 24 diz que compete a União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar sobre florestas, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, entre outros. A partir desta abertura dada pela Constituição, muitos Estados elaboraram suas legislação de recursos hídricos, antes da União.

Com a necessidade de estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SINGREH) previstos na Constituição Federal muitas discussões se realizaram a partir de 1990, quando finalmente em 8 de janeiro de 1997, por meio da Lei n.º 9.433, foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos com a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433) são assegurar a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequada aos diversos usos, utilização racional e integrada dos recursos hídricos, tendo em vista o desenvolvimento sustentável, a preservação e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

Em 2000, por meio da Lei n.º 9984 de 17 de julho, foi criada a ANA - Agência Nacional da Água, a qual passa a ser responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Com isso a ANA ficou incumbida de estabelecer regras para atuação, estrutura administrativa e fontes de recursos.

A legislação ambiental é estabelecida por meio do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que é integrante da Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA e do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA (criados pela Lei Federal 6.938/81) que atua em relação aos recursos hídricos, através do estabelecimento de normas, critérios e padrões de qualidade da água. Este também tem a função de atuar na aplicação de multas para o não cumprimento da sua normatização. Outros aspectos de atuação, referem-se a manutenção de vazões mínimas nos rios a jusante de captações.

Segundo LEAL (1997) a falta de recursos para os órgãos ambientais efetuarem o monitoramento, dificulta o trabalho e a aplicação das multas previstas.

Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução n.º 20 de 18 de junho de 1986, estabeleceu o enquadramento dos corpos d'água de acordo com o uso a que se destina. Nesta resolução são estabelecidas nove classificações possíveis, que vão desde a classe especial destinada principalmente ao abastecimento doméstico até a classe utilizada para a navegação, sendo estas com níveis decrescentes de exigência de manutenção da qualidade da água.

O Ministério da Saúde padroniza a água para o consumo humano em termos de potabilidade por meio de uma portaria. A mais recente é a Portaria n.º 1.469 de 29 de dezembro de 2000, que estabelece os níveis permitidos para alguns poluentes na água que chega às residências (Tabela 3).

Tabela 3. Alguns parâmetros de potabilidade para a água

Parâmetro	Valor máximo permitido	Unidade
Cor aparente	15	uH
Dureza	500	mg/l
Turbidez	5	uT
Sabor	não objetável	-
Odor	não objetável	-
Sufactantes	0,5	mg/l
Amônia	1,5	mg/l
Nitrato	10	mg/l
Nitrito	1	mg/l
Coliformes fecais	ausência em 100ml	org/100ml
Sólidos dissolvidos totais	1000	mg/l
Alumínio	0,2	mg/l
Cloreto	250	mg/l
Ferro	0,3	mg/l
Manganês	0,1	mg/l
Zinco	5	mg/l

Fonte: Ministério da Saúde, Portaria n.º 1469.

3.2.1.2. Legislação estadual

- **Decretos Estaduais 2.964/80 e 1.751/96**

O primeiro passo legal para a preservação dos mananciais que abastecem Curitiba e região foi dado com o Decreto Estadual 2.964, de 19 de setembro de 1980, o qual estabelecia áreas de interesse para proteção especial na RMC, entre elas a do Alto Iguaçu, que inclui parte da sub-bacia Palmital. Anexo ao decreto existe um mapa (Proteção dos Mananciais Hídricos), que delimita as áreas a serem preservadas.

Em 6 de maio de 1996 foi estabelecido um novo Decreto Estadual de n.º 1.751, que delimitou novas áreas de interesse para proteção especial na RMC. Na verdade houve uma diminuição das áreas em relação ao decreto anterior (2.964/80), observada especialmente na sub-bacia do rio Palmital na sua margem direita no município de Pinhais e na sub-bacia do rio Pequeno, no município de S. José dos Pinhais. Na sub-bacia Palmital estão protegidas ainda, as suas nascentes, as dos rios Tumiri, do rio Cachoeira e parte da sua margem esquerda em Pinhais, conforme Figura 1.

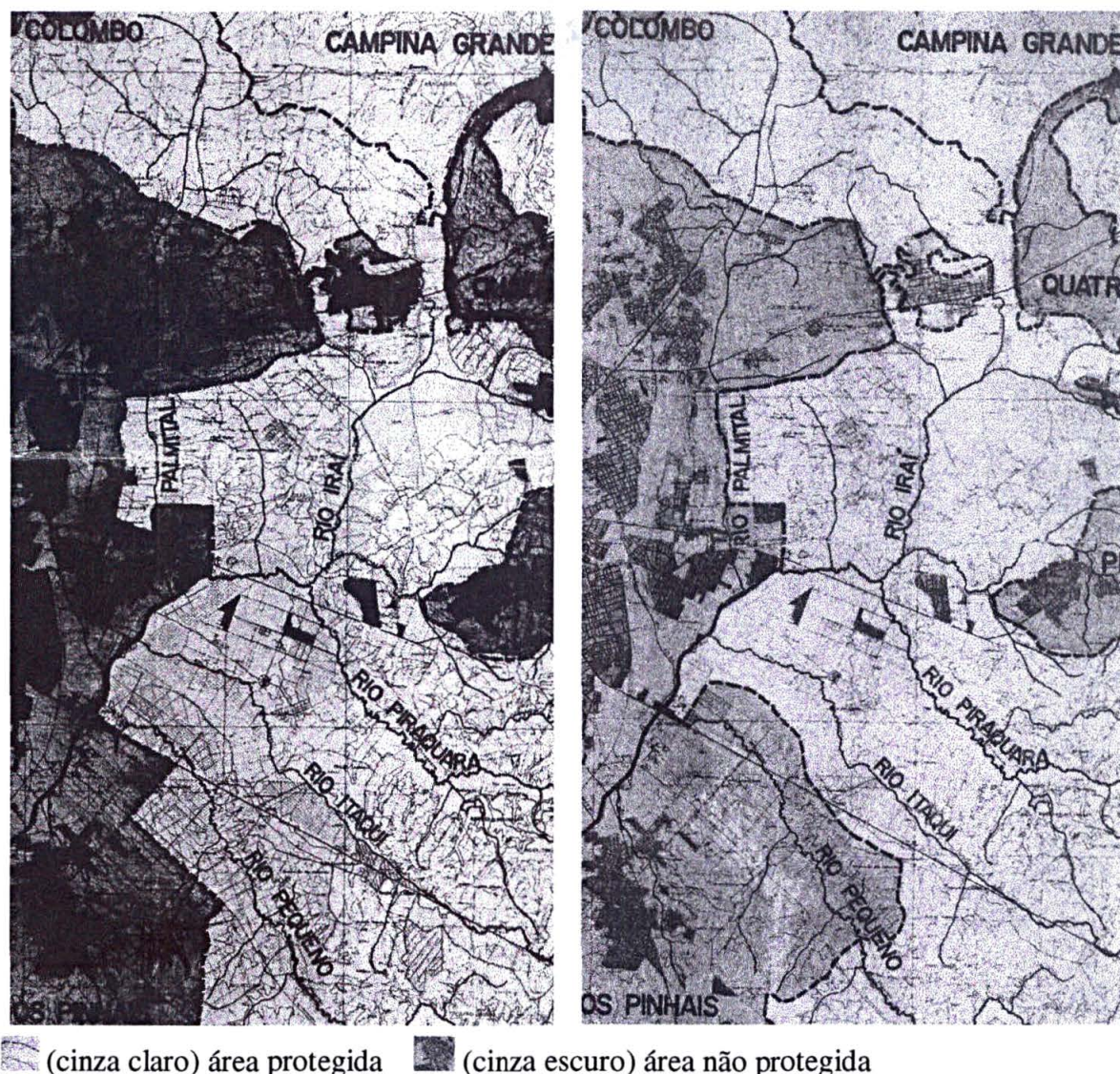


Figura 1: Recortes dos Mapas de Proteção dos Mananciais Hídricos da RMC, Decreto Estadual 2.964/80 (esquerda) e Decreto Estadual 1.751/96 (direita).

De acordo com o Decreto Estadual 1751/96 foi delegado a COMEC, a responsabilidade de proceder o exame e a anuência prévia, para fins de aprovação dos projetos de loteamentos ou desmembramentos, localizados nas áreas que compõe os mananciais e recursos hídricos de interesse da RMC, levando em consideração os critérios técnicos e a legislação existente de proteção dos mananciais.

A aprovação do novo Decreto Estadual 1751/96, causou indignação de alguns setores da sociedade que não concordaram com a diminuição da área de manancial estabelecidas no

novo decreto, como pode ser observado pelo que foi escrito por Teresa Urban, na época, em seu artigo Delírio das Águas (URBAN, 2003):

“A intenção em descartar os mananciais da bacia do Alto Iguaçu começou a se definir no início de 1996, quando o governo do estado permitiu a instalação da montadora francesa Renault em São José dos Pinhais, contrariando a Lei Estadual 8.935/89, que estabelece restrições às atividades industriais em área de manancial. Para “legalizar” o empreendimento, o governo modificou, por decreto, os limites da bacia do Alto Iguaçu, o maior manancial de abastecimento da RMC [...]. As vantagens e isenções concedidos à instalação da fábrica geraram, em poucos meses, o efeito Renault”, que atraiu outras montadoras. Em consequência, outros municípios do Alto Iguaçu, passaram a oferecer vantagens adicionais para atrair parte dos investimentos, sem que houvesse por parte das autoridades públicas responsáveis pelo cumprimento da legislação ambiental qualquer providência”.

URBAN (2003), comenta ainda sobre a abertura que o decreto (1751/96) representou para a expansão urbana que antes obedecia a critérios da Lei Estadual 8935/89 e a liberação para poluição das áreas retiradas da proteção especial como manancial.

- **Lei Estadual n.º 8.935/89**

No Estado do Paraná visando garantir a manutenção do padrão de qualidade dos mananciais para abastecimento público foi estabelecida a Lei Estadual n.º 8.935 de 7 de fevereiro 1989, que determina os requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias de mananciais para abastecimento público. Esta lei define a Classe 2 da Resolução 20/86 do CONAMA, como padrão de qualidade das águas utilizadas como mananciais para abastecimento público, a ser mantido.

Segundo a Resolução 20/86 do CONAMA a Classe 2 destina-se aos seguintes usos:

- ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;

- à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Na Tabela 4, são apresentados alguns limites dos parâmetros de qualidade da água para a Classe 2.

Tabela 4. Alguns parâmetros de qualidade da água para a Classe 2

Parâmetro	Limite	Unidade
Cor	≤ 75	uH
Turbidez	≤ 100	uT
Sabor e odor	virtualmente ausente	-
Temperatura	-	°C
Óleos e graxas	virtualmente ausente	-
Corantes artificiais	virtualmente ausente	-
pH	6 a 9	-
Sólidos dissolvidos totais	≤ 500	mg/l
Fosfato total	$\leq 0,025$	mg/l
Amônia	$\leq 0,02$	mgN/l
Nitrato	≤ 10	mgN/l
Nitrito	$\leq 1,0$	mgN/l
Coliformes fecais	≤ 1000	org/100ml
Coliformes totais	5000	org/100ml
OD	≥ 5	mg/l
DBO ₅	5	mg/l
DQO	-	mg/l

Fonte: Resolução CONAMA 20.

A responsabilidade pela fiscalização do cumprimento da Lei 8.935/89 ficou a cargo do Instituto Ambiental do Paraná – IAP. A execução dos planos, programas e especificações para as bacias de mananciais determinadas pelo IAP, ficou sob responsabilidade da SANEPAR e prefeituras dos municípios.

A Lei Estadual 8935/89 proibia a instalação de diversos empreendimentos nas bacias de mananciais de abastecimento público, no entanto isso teve nova abordagem a partir da regulamentação da Lei Estadual 12.248/98, no seu capítulo IV que trata do uso e ocupação das áreas de proteção de mananciais.

Atualmente a Lei Estadual 8935/89 define apenas os requisitos que dispõe sobre os padrões mínimos para as águas provenientes de bacias de mananciais para abastecimento público.

- **Lei Complementar n.º 59/91**

A Lei Complementar n.º 59 de 1º de dezembro de 1991, dispõe sobre a repartição proporcional de 5% do ICMS estadual, para os municípios que possuem em seu território mananciais de abastecimento público e unidades de conservação ambiental, ou influenciados por estas. Para receber a sua parcela o município deve manter a qualidade ambiental das áreas de proteção, seja de manancial ou de conservação ambiental. No caso da água, esta deve permanecer com bons parâmetros de qualidade de acordo com o seu enquadramento em classe de uso.

Os critérios técnicos para o recebimento dos recursos previstos na Lei do ICMS, pelos municípios foram estabelecidos por meio do Decreto Estadual 2.791 de 1º de outubro 1996. Este decreto estabelece as normas e um conjunto de fórmulas para o cálculo do percentual do ICMS que caberá a município contemplado.

- **Lei Estadual 12.248/98**

A Lei Estadual 12.248 de 31 de julho de 1998, estabeleceu o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba. Esta lei tem como objetivo; assegurar condições a recuperação e preservação dos mananciais de abastecimento públicos, integrar ações dos vários órgãos públicos e iniciativas de agentes privados, compatibilizar ações de proteção do meio ambiente e mananciais com uso e ocupação do solo e do desenvolvimento socioeconômico, planejamento e gestão de bacias mananciais de forma descentralizada e, propiciar a instalação de instrumentos de gestão para os mananciais da RMC.

Foi estabelecido pela Lei 12.248/98 como integrante do Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais: o Conselho Gestor dos Mananciais da RMC (cuja finalidade é elaborar e coordenar políticas públicas para proteção dos mananciais e acompanhar sua implementação, entre outras ações integrantes desta lei); Unidades Territoriais de

Planejamento – UTPs (composta pelas sub-bacias contribuintes dos Mananciais de interesse da RMC, para facilitar o planejamento e ações); Plano de Proteção Ambiental e Reordenamento Territorial em Áreas de Mananciais – PPART (incorpora as diretrizes básicas desta Lei) e; Fundo de Preservação Ambiental da RMC- FPA/RMC (recursos para atender os objetivos). Definiu ainda, a forma de uso e ocupação do solo nas áreas de proteção (que era anteriormente definida pela Lei Estadual 8935/89).

A Lei 12.248/98 definiu, como áreas de proteção as bacias hidrográficas de interesse da RMC, as bacias destinadas como manancial abastecimento público, ou, a área da bacia situada a montante do local onde exista ou se planeje construir futuramente uma barragem destinada à captação de água para abastecimento público, além da área de abrangência do Aquífero Karst.

- **Lei Estadual 12.726/99**

A Lei Estadual 12.726 de 26 de novembro de 1999, instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR). Esta lei objetiva assegurar as gerações futuras a água em padrões de qualidade adequados, a utilização racional e integrada e, a prevenção contra eventos naturais ou decorrentes do uso inadequado.

Algumas das diretrizes gerais da Lei 12.726/99 dispõem sobre a gestão sistemática dos recursos hídricos, associada aos aspectos de qualidade e quantidade; gestão sistemática associada às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais; gestão articulada com os usuários e o planejamento regional, estadual e nacional e; articulação da gestão com uso do solo.

Entre os fundamentos da gestão a Lei coloca a bacia hidrográfica como a unidade territorial para implementação da Política Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Lei Estadual 12.726/99 prevê alguns importantes instrumentos que serão utilizados para assegurar a gestão dos recursos hídricos: Plano Estadual de Recursos Hídricos; Plano de Bacia Hidrográfica; enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água; outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos; Sistema Estadual de Informações sobre recursos hídricos.

O órgão gestor do Sistema Estadual de Recursos Hídricos e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos-SEMA e a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental-SUDERHSA, órgão vinculado a SEMA.

Esta lei estabelece que o Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos será composto por um Conselho Estadual, Comitês de Bacias Hidrográficas e Agências de Bacia, chamadas de Unidades Executivas Descentralizadas - UED's. As UED's serão formadas por usuários da bacia, que serão responsáveis pela execução dos planos de bacia. As decisões tomadas na gestão da bacia, serão discutidas e aprovadas nos Comitês de Bacia, formados por representantes do Estado, municípios, sociedade civil e os usuários. As decisões dos comitês terão aprovação final no Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Governo do Estado, da Assembleia Legislativa, das prefeituras, das Organizações não Governamentais-ONGs, de entidades de ensino e pesquisa, de organizações técnicas ligadas a recursos hídricos e por usuários.

A lei estabelece a cobrança pelo uso da água para consumo humano e para a diluição de efluentes. A cobrança será feita de acordo com os volumes utilizados e quantidade de poluentes lançadas nos cursos d'água. Os valores recolhidos pela cobrança do uso da água, serão utilizados para investimentos e ações no plano da bacia hidrográfica. Os recursos arrecadados na bacia serão aplicados na bacia, com a participação dos usuários e da sociedade organizada e com base em planos para a garantia da disponibilidade do recurso hídrico a todos.

Conforme foi previstos pela Lei Estadual 12.726/99 e visando a sua regulamentação foram estabelecidos vários decretos que abrangem as diversas esferas do Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraná:

- **Decreto Estadual n.º 2.314**, de 18 de julho de 2000, regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.
- **Decreto Estadual n.º 2.316**, de 18 de julho de 2000, regulamenta a participação de Organizações Cíveis de Recursos Hídricos no Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

- **Decreto Estadual n.º 2.317**, de 18 de julho de 2000, regulamenta competências da Secretaria de Estado Meio Ambiente e Recursos Hídricos como órgão executivo gestor e coordenador central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, juntamente com a SUDERHSA.
- **Decreto Estadual n.º 4.646**, de 31 de agosto de 2001, dispõe sobre o regime de outorga de direitos do uso de recursos hídricos.
- **Decreto Estadual n.º 4.647**, de 31 de agosto de 2001, cria o regulamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos.
- O **Decreto Estadual n.º 5.361**, de 26 de fevereiro de 2002, regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos.

A partir do estabelecimento do conjunto legislativo para o gerenciamento dos recursos hídricos no Paraná das 16 bacias hidrográficas do Estado, já foram instalados comitês na bacia do Alto Iguaçu/Alto Ribeira, do rio Jordão e rio Tibagi. A implementação da cobrança pelo uso da água na bacia do Alto Iguaçu está em andamento e vem seguindo os princípios de gestão participativa e descentralizada. Estando sendo realizado pela ANA - Agência Nacional de Águas com o Estado do Paraná um trabalho de acompanhamento e supervisão do processo em implantação (ANA, 2003).

3.2.1.3. Legislações municipais

- **Colombo**

O zoneamento, uso e ocupação do solo de Colombo foram estabelecidos pela Lei Municipal n.º 32, de 3 de novembro de 1978. Esta lei estabelece o zoneamento do município e a divisão do território em zonas com a finalidade de ordenar o crescimento da cidade, de proteger os interesses da população e de assegurar condições mínimas de habitação e uso racional do solo (Anexo 4). Na Tabela 5, a seguir, apresenta uma síntese da Lei Municipal n.º 32.

Tabela 5. Síntese da lei de zoneamento uso e ocupação do solo em Colombo

Zona	Usos Permitidos	Usos Permissíveis	Usos Proibidos
ZR - Zona Rural	Habitação unifamiliar Agricultura e criação animal	Clubes campestre	Demais usos
ZC - Zona Central	Habitação coletiva Comércio e serviços vicinais Comércio e serviços de bairro Comércio e serviço setorial	Habitação unifamiliar Comércio e serviços específicos "A" Comércio e serviços gerais	Demais usos
ZRU1 -Zona Residencial Ubana 1 (Baixa Densidade)	Habitação unifamiliar	Comércio e serviços vicinais Comércio e serviços vicinais de bairro "A" e "C"	Demais usos
ZRU2 -Zona Residencial Ubana 2 (Média Densidade)	Habitação unifamiliar Habitação coletiva Comércio e serviços vicinais Comércio e serviços de bairro "A" e "B"	Comércio e serviços de bairro "B" e "C" Comércio e serviços setoriais Comércio e serviços específicos "A"	Demais usos
ZRU3 -Zona Residencial Ubana 3 (Alta Densidade)	Habitação unifamiliar Habitação coletiva Comércio e serviços vicinais Comércio e serviços de bairro	Comércio e serviços de bairro "B" e "C" Comércio e serviços setoriais Comércio e serviços específicos Indústrias de pequeno porte	Indústrias perigosas, incomodas e nociva Demais usos
ZRUE -Zona Resid. Urb. Especial	Habitação unifamiliar Agricultura e criação animal	Comércio e serviços vicinais	Demais usos
ZI - Zona Industrial	Indústrias	Habitação unifamiliar Habitação coletiva Comércio e serviços vicinais Comércio e serviços de bairro	Demais usos
SES - Setor Especial de Serviços	Comércio e serviços gerais Comércio e serviços específicos "A" e "B" Indústrias de pequeno porte	Comércio e serviços vicinais	Indústrias perigosas, incomodas e nociva Demais usos

Foram estabelecidos ainda pela Lei Municipal n.º 32, critérios sobre o uso e a preservação das áreas de fundo de vale que incluem os Setor Especial de Preservação (SEP). São estabelecidas faixas de drenagem, definidas como: *“as faixas de terreno compreendendo os cursos de água, córregos ou fundos de vale e dimensionados de forma a garantir o perfeito escoamento das águas pluviais das bacias hidrográficas”*. A variação da faixa de drenagem (não loteável e não edificável) depende da área (em hectares) de contribuição do córrego ou rio, variando de 15 até 250 metros. Para o rio Palmital a faixa de drenagem é variável de 15 metros nas suas nascentes a 150 no limite com Pinhais, conforme aumenta a sua área de contribuição.

A Lei Orgânica do Município de Colombo foi aprovada no dia 5 de abril de 1990, estabelece as regras de organização e funcionamento básicas do município e de seus administradores.

O município de Colombo ainda não possui Plano Diretor, estando em fase de licitação. A partir do estudo mais atual e apontamento da real situação da população e das áreas ocupadas, sejam elas de forma legal ou ilegal no município, assim como novas exigências para uso e parcelamento do solo, suas fragilidades, viabilidades e possíveis problemas, este servirá como instrumento básico para a gestão e expansão urbana.

- **Pinhais**

Em Pinhais foi aprovada a Lei Municipal n.º 489, de 17 de dezembro de 2001, que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos. No artigo 14 que trata do meio ambiente, foram estabelecidas faixas de preservação dos cursos d'água, as quais são consideradas áreas de preservação permanente, e portanto não podem ser edificadas e impermeabilizadas, estabelece ainda:

- a largura mínima das faixas de preservação dos cursos d'água será de 50 metros para os rios Atuba, Palmital, Irai e Do Meio, em cada lado da margem.

- para os demais cursos d'água, a largura mínima dos cursos será de 30 metros de cada lado das margens e de 50 metros de raio no entorno das nascentes.

- toda gleba deve manter no mínimo 20% de sua área total como área verde.

A Lei Municipal n.º 500 de 17 de dezembro de 2001 dispõe sobre zoneamento, o uso e a ocupação do solo urbano do município Pinhais, a qual objetiva: estabelecer critérios de ocupação e utilização do solo urbano; orientar o crescimento da cidade visando minimizar os impactos sobre áreas ambientalmente frágeis; entre outros (Anexo 4).

Conforme o mapa de zoneamento, uso e ocupação do solo, parte integrante da lei 500/2001, a área do município ficou subdividida em zonas, definidas e delimitadas de acordo com as áreas de fragilidade ambiental do território e o padrão de uso e ocupação desejável para as mesmas. Os usos permitidos e não permitidos para estas áreas estão apresentadas no Anexo 1.

Na área da sub-bacia Palmital foi criado pelo governo estadual o Parque Palmital que pretende reimplantar a mata ciliar ao longo de suas margens e, melhorar a qualidade hídrica deste (COMEC, 1999).

No município de Pinhais foi criada a UTP-Pinhais (Unidade Territorial de Planejamento Pinhais), que ocupa 24,03 km² (39,5%) da área municipal e estende-se a partir da margem esquerda Palmital após o limite do Parque Palmital, compreendendo os bairros da Graciosa e Entre Rios seguindo pelo limite externo dos Bairros Vila Amélia e Maria Antonieta até a APA Estadual do Iraí (Área de Preservação Ambiental Estadual do Iraí). A área da UTP- Pinhais mais a área da APA Estadual do Iraí compreendem a APA Municipal de Pinhais (COMEC, 1999).

3.2.3. Programas ambientais

No passado, os serviços de água e esgoto ficavam a cargo de administração descentralizada e, eram executados e operados, geralmente por departamentos municipais. A partir da década de 60, os departamentos estaduais começaram administrar água e o esgoto, devido à criação de incentivos pelo governo federal (JULIANO, 1976).

Para melhorar as condições de abastecimento de água e sanitárias das cidades paranaenses em 1963 foi criada a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). A missão dessa empresa era a de estimular o desenvolvimento do saneamento básico no Paraná, por meio de estudos e de projetos para construção de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O que resultou na mudança da situação precária de muitos municípios do Paraná, dentre eles o de Curitiba (SCHUSTER, 1994).

O Programa Nacional de Saneamento (PLANASA), foi um plano desenvolvido pelo governo federal para solucionar o problema do saneamento básico no Brasil. Com este plano, o governo federal pretendia que até 1980, cerca de 80% da população urbana fosse servida de sistemas de abastecimento de água e 50% com sistemas de esgoto sanitário (JULIANO, 1976).

Para a realização de obras a SANEPAR em 1972, estabeleceu convênio com o PLANASA no qual foram conseguidos empréstimos para realização de obras de saneamento básico no Estado do Paraná. Uma grande evolução nos serviços de saneamento básico foi conseguida a partir da implantação deste programa e da ampliação do sistema em muitas cidades paranaenses (CONSÓRCIO PARANASAN, 2000).

Ações ambientais foram priorizadas no início de 1990, principalmente com relação aos recursos hídricos. Visando a continuidade desse trabalho em 1992, foi realizado a implantação do Programa de Saneamento Ambiental da RMC - PROSAM, onde a região principal para ação foi a bacia do Alto Iguaçu com a melhoria na qualidade e ampliação do serviço de água e esgoto. Este projeto tinha como objetivos a recuperação, preservação e a minimização de impactos decorrentes da urbanização (METRÓPOLIS, 1999).

O PROSAM, tendo como objetivo um conjunto de soluções para os problemas gerados pela urbanização e suas implicações nos recursos hídricos do Alto Iguaçu, foi elaborado seguindo três áreas de interesse, que são: a) projetos de estruturação da base para gestão dos recursos ambientais (PEB); b) projetos de melhoria da qualidade ambiental (PMA); c) projetos de recuperação do meio ambiente (PRA). Estas três áreas de interesse foram divididas em 23 projetos ou sub-programas (COBA, 1996).

Segundo análise do CONSÓRCIO PARANASAN (2000), o PROSAM deu um salto na melhoria da qualidade ambiental e também, contou com o acompanhamento da execução de suas metas por auditoria de organização não-governamental.

O programa mais recente que está sendo realizado com vistas ao desenvolvimento de programas de abastecimento público e saneamento ambiental é Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná (PARANASAN).

O PARANASAN foi desenvolvido pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente-SEMA em parceria como *Japan Bank for International Cooperation* –JBIC, e surgiu inicialmente como um programa para eliminação das embalagens de agrotóxicos. No entanto, a partir de 1995, foi ampliado tendo em vista o sistema de água e esgoto da região de Curitiba e Litoral (CONSÓRCIO PARANASAN, 2000).

O órgão criado pelo Governo do Estado para ajudar no planejamento da RMC foi a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba-COMEC. Portanto, é um órgão do estadual, criado em 1974, com o objetivo de *"Integrar e Organizar, o Planejamento e a*

Execução de Funções Públicas de Interesse Comum", com relação à população e os municípios que compõem a RMC. As suas funções públicas de interesse comum, são aquelas que extrapolam o âmbito da competência municipal e passam a ser de interesse comum a mais de um município. Tem com função o planejamento, o controle do uso e da ocupação do solo, habitação, gestão ambiental, abastecimento de água, manejo de resíduos sólidos, transporte coletivo intermunicipal, entre outros (COMEC, 2002).

Para implementar suas ações a COMEC devolveu em 1978 o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba-PDI. Esse plano previa áreas de contenção, de preservação, de promoção e de dinamização, definidas através da consideração de características e potencialidades do espaço e das atividades existentes. Em relação às áreas dos mananciais de abastecimento público o documento indica que os centros urbanos nos municípios de Piraquara e São José dos Pinhais deverão ter seus crescimentos controlados de forma mais rígida em virtude de sua localização específica, muito próxima a áreas de captação de água e inundáveis (COMEC, 1978).

O PDI considerava que o posicionamento geográfico de Curitiba, nas cabeceiras do Rio Iguaçu, impede que o desenvolvimento urbano seja orientado na direção leste, área de terrenos planos, sob a pena de esgotar importantes reservas de abastecimento de água. Ao sul o crescimento é limitado pelo Rio Iguaçu e suas áreas de inundações. Ao norte, por uma topografia bastante ondulada. Dessa forma o desenvolvimento urbano da região é orientado para oeste (COMEC, 1978).

Atualmente a COMEC procede à reavaliação do PDI, pois, desde as leituras mais recentes, percebeu-se que as estratégias previstas no plano não haviam se tornado reais. Na década de 1990, houve identificação mais clara da concentração espacial dos problemas regionais localizados nas áreas periféricas (LIMA e MENDONÇA, 2003),

3.2.4. Indicadores de qualidade da água

Os parâmetros de qualidade da água são caracterizados por meio da medição de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Os físicos são a cor, turbidez, odor, sólidos dissolvidos e em suspensão, temperatura, densidade e condutividade. Os químicos são o pH,

alcalinidade, oxigênio dissolvido (OD), demanda biológica de oxigênio (DBO), carbono, gases dissolvidos, nutrientes, metais pesados e compostos orgânicos sintéticos (fertilizantes e agrotóxicos). Os biológicos determinam os organismos indicadores de contaminação fecal, algas e bactérias (CETESB, 2002).

3.2.4.1. Parâmetros físicos

- **Turbidez**

Representa o grau de interferência à passagem da luz pela água por substâncias em suspensão, originadas naturalmente por partículas de rocha (silte, argila), algas, microorganismos e humana por resíduos industriais, domésticos e erosão, podendo conter compostos tóxicos e organismos patogênicos. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação submersa e algas, levando a diminuição da produtividade de peixes e outras espécies aquáticas. A unidade da turbidez é a uT ou n.t.u (AZEVEDO NETTO et al., 1987; BATTALHA e PARLATORE, 1977; CETESB, 2002). O limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20 para Classe 2 é 100 uT (CONAMA, 1986).

- **Sólidos totais**

Os sólidos possuem características físicas (suspensos e dissolvidos) e químicas (orgânicos e inorgânicos). Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos (BRANCO, 1983). Estes podem causar danos aos peixes e à vida aquática, quando sedimentam no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos ou ainda, danificarem locais de reprodução de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos e inorgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. A unidade para os sólidos totais é mg/l (AZEVEDO NETTO et al., 1987; VON SPERLING, 1996). O limite estabelecido para a Classe 2 é de 500 mg/l (CONAMA, 1986).

3.2.4.2. Parâmetros químicos

- **pH (potencial hidrogeniônico) e Alcalinidade**

O pH mede a concentração de íons hidrogênio (H^+) que identifica a acidez ou alcalinidade da água. A dissolução de rocha, absorção de gases atmosféricos, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese, são fatores naturais na variação do pH. Os despejos domésticos e industriais são as causas humanas. Quando se afasta da neutralidade pode causar danos à vida aquática. A presença de dejetos industriais fazem o pH se deslocar na escala para a região de acidez ou basicidade. Normalmente os seres vivos estão adaptados ao pH próximo à neutralidade. Pequenas alterações no pH ou a oscilação deste podem afetar a fauna e flora presentes nestes ambientes causando desequilíbrio (VON SPERLING, 1996; CETESB, 2002).

Diretamente relacionada com o pH, a alcalinidade é uma medida da capacidade da água de neutralizar um ácido (H^+), elevando os seus valores. Nas águas superficiais a alcalinidade deve-se principalmente à presença de íons hidróxido (OH^-), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), cujas reações químicas com íons hidrogênio (H^+) são: $OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$; $CO_3^{2-} + H^+ \rightarrow HCO_3^-$; e $HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$. A maior parte desses íons nas águas superficiais são provenientes do carbonato de cálcio ($CaCO_3$) lixiviados de rochas e solos, processo esse que pode ser intensificado se as mesmas forem processadas (dissolvidas) através de atividades como a mineração. A reação de hidrólise do carbonato de cálcio, com a presença de dióxido de carbono (CO_2) e sem a mesma são, respectivamente: $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2 HCO_3^-$; e $CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$ (LLARULL, 2000; BANDOSZ, 2003).

Ecossistemas que apresentam valores baixos de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos como ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético, além de ácido carbônico, formado, principalmente, pela atividade metabólica dos microorganismos aquáticos (ESTEVES, 1988). O limite para Classe 2 está compreendido entre os valores 6 e 9 (CONAMA, 1986).

- **Nitrogênio**

Na água o nitrogênio pode ser encontrado nas formas de nitrogênio molecular (N^2); nitrogênio orgânico; amônia (NH_3^+ ; NH_4^+); nitrito (NO^{2-}) e nitrato (NO^{3-}). O nitrogênio

orgânico, a amônia, o nitrito e nitrato compõem o nitrogênio total. É encontrado nos sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. A clorofila, as proteínas e muitos compostos orgânicos são fontes naturais. Os despejos industriais, domésticos, animais e os fertilizantes são as fontes humanas. O excesso de nitrogênio na água causa doenças (câncer), eutrofização de rios e lagos e nos processos bioquímicos consome o oxigênio. A forma de amônia livre é tóxica aos peixes. A determinação da forma de maior concentração do nitrogênio indica o estágio da poluição (nitrogênio orgânico ou amônia indica poluição recente e o nitrato poluição antiga) (VON SPERLING, 1996). Os limites para a Classe 2 são de 0,02 mg/l para amônia; de 10 mg/l nitrato e de 1,0 mg/l nitrito (CONAMA,1986).

- **Nitrogênio Kjeldahl**

O Nitrogênio Kjeldahl é resultado da soma do nitrogênio orgânico e amoniacal, e o seu nível pode ser um indicador de poluição recente dos cursos de água por matéria orgânica. Ambas as formas de nitrogênio estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico oriundos de atividades biológicas naturais. São importantes na avaliação do nitrogênio disponível para as atividades biológicas, portanto seu excesso pode contribuir para a eutrofização (VON SPERLING, 1996).

A Resolução CONAMA 20/86 estabelece para Classe 2 valor máximo de 0,02 mg/l de amônia e não estabelece valores para nitrogênio orgânico (CONAMA,1986).

- **Fósforo**

Apresenta-se na forma de sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. A dissolução de compostos do solo e matéria orgânica são as formas naturais do fósforo na água. Os esgotos industriais, domésticos, animais, os detergentes e os fertilizantes são as formas humanas. Este elemento está presente nas fezes, nos detergentes, restos de alimentos e outros produtos e subprodutos das atividades humanas. As áreas urbanas são as maiores contribuintes para a poluição dos rios com fósforo, possuindo grande variabilidade na quantidade em função das atividades desenvolvidas. Este elemento exige uma atenção especial em fontes de água de abastecimento devido ao crescimento de algas e eutrofização da água. A concentração de fósforo indica a condição da água: entre 0,01-0,02 mg/l não eutrófico; entre 0,01-0,02 e 0,05 mg/l estágio intermediário e; maior que 0,05 mg/l eutrófico.

(BATTALHA e PARLATORE, 1977; CETESB, 2002). O limite estabelecido para a Classe 2 é de fosfato total é de 0,025 mg/l (CONAMA,1986)

A Tabela 6 mostra a adição de fósforo na água em quilograma por quilômetro quadrado (km²) por ano de algumas atividades.

Tabela 6. Contribuições unitárias típicas de fósforo (P) por atividade

Origem	Contribuinte	Valores típicos	Unidade
Drenagem	Áreas de matas e florestas	10	kgP/km ² .ano
	Áreas agrícolas	50	kgP/km ² .ano
	Áreas urbanas	100	kgP/km ² .ano
Esgotos	Domésticos	1	kgP/hab.ano

Adaptado de VON SPERLING (1996)

- **OD (Oxigênio Dissolvido)**

Apresenta-se na água como gás dissolvido, o excesso de matéria orgânica na água pode levar ao consumo de grandes quantidades deste e a morte de peixes e outros organismos aquáticos. Quando totalmente consumido tem-se um meio anaeróbio e a ocorrência de maus odores. Naturalmente encontra-se na água oriundo da atmosfera e por organismos fotossintetizantes. A solubilidade de oxigênio varia com a altitude e a temperatura, sendo concentração de saturação de 9,2 mg/l ao nível do mar e a temperatura de 20°C. Valores superiores à saturação indicam presença de algas fotossintetizantes e valores inferiores indicam presença de matéria orgânica. Quando os valores estão em torno de 4,5 mg/l morrem os peixes mais exigentes; quando o OD chega a 2 mg/l todos os demais morrem e; OD igual a 0 mg/l anaerobiose. O oxigênio dissolvido é o parâmetro mais importante na caracterização da poluição orgânica (VON SPERLING, 1996). O limite para a Classe 2 pela Resolução CONAMA é de 5 mg/l (CONAMA,1986).

- **DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio)**

É uma medida do oxigênio consumido após 5 dias, a 20°C, pelos microrganismos na estabilização da matéria orgânica. Está associada ao consumo do OD pelos organismos decompositores presentes na água. A matéria orgânica é formada por inúmeros componentes,

tais como as como proteína, carboidratos, uréia, surfactantes (detergentes), gordura, óleos, fenóis, agrotóxicos, entre outros (VON SPERLING, 1996). Para a Classe 2 da Resolução CONAMA o limite é de 5 mg/l (CONAMA,1986).

- **Condutividade**

A condutividade representa a capacidade da água em conduzir a corrente elétrica. A condutividade da água depende de suas concentrações iônicas e da temperatura. Fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, e portanto mais íons, a condutividade específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2002).

Segundo BRITO (2003) as rochas calcáreas em contato com a água dissolvem-se liberando íons como sódio, cálcio, magnésio, cloreto, carbonato, entre outros. Esse é um processo que acontece naturalmente ao longo de muitos anos. No entanto, pode ser acelerado se a ação humana desconsiderar as características desse ambiente.

ESTEVES (1988) salienta que esta variável é de grande importância, visto que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como da produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores), como sobre outros fenômenos que ocorram na sua bacia de drenagem. Isso permite identificar os íons mais diretamente responsáveis pelo aumento da condutividade nas águas. Alguns fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d'água, como a geologia da bacia e o regime das chuvas. A condutividade detecta, ainda, as fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos e as diferenças geoquímicas do rio principal e seus afluentes.

A Resolução CONAMA 20, não estabelece limite para a condutividade. McCUTCHEON et al. (1993) indica como valor típico para rios e córregos 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C.

3.2.4.3. Parâmetro biológico

- **Indicador bacteriológico: Coliforme total e fecal**

A presença de agentes patogênicos na água é de difícil detecção devido a sua baixa concentração. Estuda-se então os organismos indicadores de contaminação fecal, mesmo não sendo patogênicos esses permitem identificar a presença de dejetos humanos e animais. O grupo de bactérias utilizado é o dos coliformes totais e fecais. A determinação da concentração dos coliformes fornece importante parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (BATTALHA e PARLATORE, 1977; CETESB, 2002).

O limite para a Classe 2 estabelecido pelo CONAMA é de 1000 nmp/100ml para coliformes fecais e de 5000 nmp/100ml para coliformes totais (CONAMA, 1986).

3.3. Doenças relacionadas à água

A contaminação da água, seja por dejetos domésticos ou industriais, gera graves problemas à qualidade de vida e saúde das populações. Várias doenças têm à sua forma de transmissão pela água, seja pelo contato com água contaminada ou pela ingestão ou consumo de alimentos contaminados, cultivados em locais onde a água utilizada para irrigação ou lavagem está contaminada.

As doenças transmitidas diretamente pelo uso de água contaminada são: a cólera, febres tifóide e paratifóide, leptospirose, giardíase, disenteria bacilar, disenteria amebiana, hepatite infecciosa (tipo A) e poliomielite. Com transmissão pelo contato com água ou consumo de alimentos contaminados citam-se: a esquistossomose, malária, febre amarela, dengue, tracoma, leptospirose, perturbações gastrintestinais, infecções dos olhos, ouvidos, garganta e nariz (SETTI, 1998).

Segundo a AESBE (2003), que cita estudo realizado pelo *Pacific Institute of Oakland*, Califórnia, prevê que até 2020, 76 milhões de pessoas morrerão por doenças relacionadas à

água. Isso irá acontecer caso não sejam tomadas medidas urgentes para despoluir a água que é utilizada. A mortalidade será maior entre as crianças, as mais afetadas por males causados pelo uso e ingestão de água contaminada, e prevê ainda, que nas próximas duas décadas, o número de mortes em decorrência do uso de água contaminada deverá ultrapassar o de mortes causadas pela Aids em cerca de 10 milhões de pessoas.

Segundo a UNICEF (2003), mais de um bilhão de pessoas em todo o mundo não têm acesso à água potável, e um número muito maior que este não tem acesso a saneamento adequado. As doenças transmitidas pela água matam cerca de 6.000 crianças diariamente nos países em desenvolvimento e ainda:

“Talvez a principal lição aprendida a partir da implementação de programas de água e saneamento ao redor do mundo é que as instalações sanitárias por si só não resultam automaticamente num melhor nível de saúde. [...] o uso correto delas é o que de fato reduz as doenças e propicia mais saúde para crianças. [...] as pessoas só conseguirão se proteger das doenças diarreicas e de outras infecções se tiverem acesso a informações corretas que aumentem sua conscientização e as encorajem a fazer mudanças em seus padrões de comportamento e higiene. A menos que promovam plenamente os conceitos de higiene, os programas setoriais não conseguirão atingir seu objetivo de melhorar a situação de saúde das comunidades”.

As doenças que ocorrem mais comumente na área de estudo e que têm transmissão relacionada à água são a leptospirose, a hepatite e a diarreia (ou diarreia aguda). O repasse do número de casos dessas e outras doenças para a Secretaria de Estado de Saúde do Paraná, pelas Secretarias Municipais de Saúde, é obrigatório segundo a Portaria do Ministério da Saúde n.º 1.943, de 18 de outubro de 2001.

- **Leptospirose**

A leptospirose é uma doença infecciosa, potencialmente grave, causada por uma bactéria. É uma zoonose (doença de animais) que ocorre no mundo inteiro, exceto nas regiões polares. Em seres humanos, ocorrem em pessoas de todas as idades e em ambos os sexos. Na maioria dos casos de leptospirose (90%), a evolução é benigna. Entre 1985 e 1997, foram

notificados no Brasil 35.403 casos de leptospirose, com 3.821 óbitos (letalidade média de 12,5%). Apenas os casos mais graves são, geralmente, diagnosticados e, eventualmente, notificados. A leptospirose sem icterícia é, freqüentemente, confundida com outras doenças (dengue e gripe). A notificação, portanto, representa apenas uma pequena parcela (provavelmente cerca de 10%) do número real de casos no Brasil (CIVES, 2003).

De acordo com a Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (PARANÁ, 2003a), a incidência de Leptospirose por 100.000 (cem mil) habitantes é mostrada na Tabela 7.

Tabela 7. Número de casos de leptospirose e índice de incidência no Paraná de 1993 a 2001

Ano	Número de Casos de Leptospirose e Coefic. de Incidência por 100.000 Hab.								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
N.º de Casos	148	111	337	146	242	212	242	118	151
Coef. de Incidência	1,53	1,26	3,89	1,66	2,68	1,99	2,58	1,24	1,60

Fonte: Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (PARANÁ, 2003a)

Segundo BONATTO (2003) com a implantação de serviços de esgotamento sanitário nos bairros do Pilarzinho e Campo Comprido em Curitiba, nenhum novo caso de Leptospirose foi notificado, evidenciando que as ações de saneamento contribuem para esta condição.

• Hepatite A

A hepatite A é uma doença infecciosa aguda, causada pelo vírus da hepatite A, que produz inflamação e necrose do fígado. A transmissão do vírus se dá por meio da ingestão de água e alimentos contaminados ou diretamente de uma pessoa para outra. Uma pessoa infectada com o vírus pode ou não desenvolver a doença. A hepatite A ocorre em todos os países do mundo, inclusive nos mais desenvolvidos. É mais comum onde a infra-estrutura de saneamento básico é inadequada ou inexistente. A infecção confere imunidade permanente contra a doença. Desde 1995, estão disponíveis vacinas seguras e eficazes contra a hepatite A, embora ainda de custo elevado. Em cerca de 70% das crianças com menos de seis anos de idade, a infecção não produz qualquer sintoma. A infecção, causando ou não sintomas, produz imunidade permanente contra a doença. A hepatite A pode ser evitada através das medidas de prevenção contra doenças transmitidas por água e alimentos contaminados (PARANÁ, 2003b;

CIVES, 2003). Os dados confirmados de hepatite A no Paraná de 1999 a 2001, estão na tabela a seguir.

Tabela 8. Número de casos de hepatite A no Paraná de 1999 a 2001

Ano	Número de Casos Confirmados de Hepatite A		
	1999	2000	2001
Paraná	3.411	5.055	2.626

Fonte: Ministério da Saúde/FUNASA (2003)

De acordo com BONATTO (2003), a incidência de hepatite viral no bairro do Pilarzinho, em Curitiba, normalmente baixa, foi reduzida após o atendimento com os serviços de esgotamento sanitário em 1995. A mesma relação foi também verificada no bairro de Campo Comprido.

- **Diarréia**

A diarréia é uma doença que se caracteriza pelo aumento da quantidade e frequência das evacuações e diminuição da consistência das fezes. Pela diarréia, o organismo perde água e substâncias importantes para o seu funcionamento. O atendimento aos casos de diarréia tem um custo elevado porque, mesmo com a ampla divulgação da eficácia dos sais de reidratação, muitos casos chegam aos centros de saúde apresentando desidratação grave, exigindo internamento. Pessoas que vivem em áreas onde não há água tratada estão mais sujeitas à diarréia. A diarréia é causada por bactérias, vírus, fungos e parasitas como ameba, giardia, vermes e outros. Outra causa das diarréias são substâncias tóxicas presentes nos alimentos (toxinas) e substâncias químicas. Existe, portanto, uma grande fonte de causas da diarréia. A transmissão ocorre por meio da água contaminada pelas fezes de doentes, dos alimentos que entram em contato com água contaminada ou pelas mãos contaminadas (PARANA, 2003c). A seguir na Tabela 9, são apresentas o total de casos notificados no Paraná de 2000 a 2002.

Tabela 9. Número de casos de diarreia no Paraná de 2000 a 2002

Ano	Número de Casos de Diarreia		
	2000	2001	2002
Paraná	124.037	126.191	121.665

Fonte: Secretaria de Estado e Saúde do Paraná (PARANÁ, 2004)

3.4. Área de estudo

3.4.1. A Região Metropolitana de Curitiba (RMC)

A parte superior da bacia do Iguaçu onde se localiza a RMC tem apresentado nos últimos anos um alto crescimento demográfico, principalmente nas áreas de mananciais (ANDREOLI et al, 1999b). Juntamente com a diminuição da cobertura vegetal e o aumentando da impermeabilização levam ao agravamento das enchentes naturais e a maiores impactos socioeconômicos nessa área.

O crescimento populacional desordenado nas áreas de manancial, aliado a falta de crescimento paralelo da infra-estrutura urbana necessária, tem levado a diminuição da qualidade da água, além do seu comprometimento para o abastecimento público ao mesmo tempo em que a demanda por água para os diversos usos urbanos é crescente. Para DALARMI (1995) com o elevado crescimento demográfico na RMC torna-se cada vez mais difícil e complexo o aproveitamento dos mananciais, fazendo-se necessária à tomada de medidas de controle mais amplas nos aspectos de qualidade e quantidade

O rio Iguaçu tem suas principais nascentes a leste de Curitiba, na Serra do Mar, constituídas pelos rios Irai, Iraizinho e Piraquara. Depois recebe as contribuições dos rios Palmital, Itaquí, Atuba e Pequeno. O rio Iguaçu se origina a partir da junção do rio Irai com o rio Atuba, COMEC (1976). O rio Iguaçu escoar no sentido leste-oeste com sua foz no rio Paraná em Foz do Iguaçu.

As sub-bacias com maior ocupação na RMC são as do rio Belém, Atuba, Palmital e Passaúna, respectivamente (COMEC, 1997). Todos estes rios se encontram na margem direta

do rio Iguaçu onde se localiza o município de Curitiba, justificando a alta densidade e as maiores vazões devido ao alto grau de urbanização, e também o maior grau de contaminação da água (MIRANDA, 2001).

As fontes de água disponíveis na RMC são o aquífero Cárstico, Cristalino e Guabirotuba. O aquífero Cárstico está localizado na porção Norte e abrange os municípios de Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Rio Branco do Sul, Colombo, Campo Largo e Almirante Tamandaré. É uma reserva subterrânea importante para o abastecimento o futuro, desde que perfeitamente estudadas as características locais de reposição da água, evitando os problemas observados nas áreas e residências próximas aos atuais poços de coleta d'água em Colombo. Atualmente são utilizados cerca de 200 l/s, podendo chegar a 700 l/s. O aquífero Guabirotuba está distribuído na RMC com uma bacia de 900 km² de extensão, é a fonte mais utilizada para o abastecimento público e industrial na RMC. O aquífero Cristalino situa-se na parte sul da RMC e é utilização em locais isolados (MIRANDA, 2001; BIZZONI, 2000).

Segundo dados de SALAMUNI (1994) citado por ROCHA (1996) na região de São José dos Pinhais vários poços foram perfurados para estudar a vazão do aquífero cristalino e os valores regionais obtidos foram de 300 l/h de vazão mínima, 4.500 l/h vazão média e 26.000 l/h de vazão máxima, em profundidades de 80 a 250 metros.

3.4.2. Sub-bacia do rio Palmital

A sub-bacia Palmital localiza-se nos municípios de Colombo e Pinhais. Colombo possui área de cerca de 198,7 km², e o seu território é drenado por cinco sub-bacias hidrográficas que são as seguintes: ocupando uma faixa de oeste a leste na porção norte do município está a sub-bacia do Capivari; na parte central (sentido norte-sul) está a sub-bacia do rio Palmital; estendendo-se por uma pequena faixa a noroeste está a do sub-bacia do rio Bacacheri; a oeste está a sub-bacia do rio Atuba; e a leste a do rio Canguiri, Com exceção do Capivari, as demais sub-bacias fazem parte da porção superior da bacia do rio Iguaçu.

Pinhais ao sul, possui cerca de 60.92 km² de área, e o seu território é drenado por quatro sub-bacia hidrográficas, que são as do rio Atuba, Palmital, do Meio e Irai. A sub-bacia

do Palmital percorre a parte central do município entre a sub-bacia Atuba (oeste) e do Meio (leste). As porções leste e sul do município são drenadas pelo rio Irai.

A sub-bacia do Palmital situa-se entre $49^{\circ}13'43''$ e $49^{\circ}07'11''$ de longitude oeste e $25^{\circ}15'02''$ e $25^{\circ}25'58''$ de latitude sul, na porção nordeste de Curitiba. Possui uma área de 92,4 km², tendo cerca de 76,3 km² (82,58% da área) no município de Colombo e 16,1 km² (17,42% da extensão) no município de Pinhais. Este rio percorre cerca de 21,65 km desde sua nascente em Colombo até a sua foz no rio Irai em Pinhais (Figura 2).

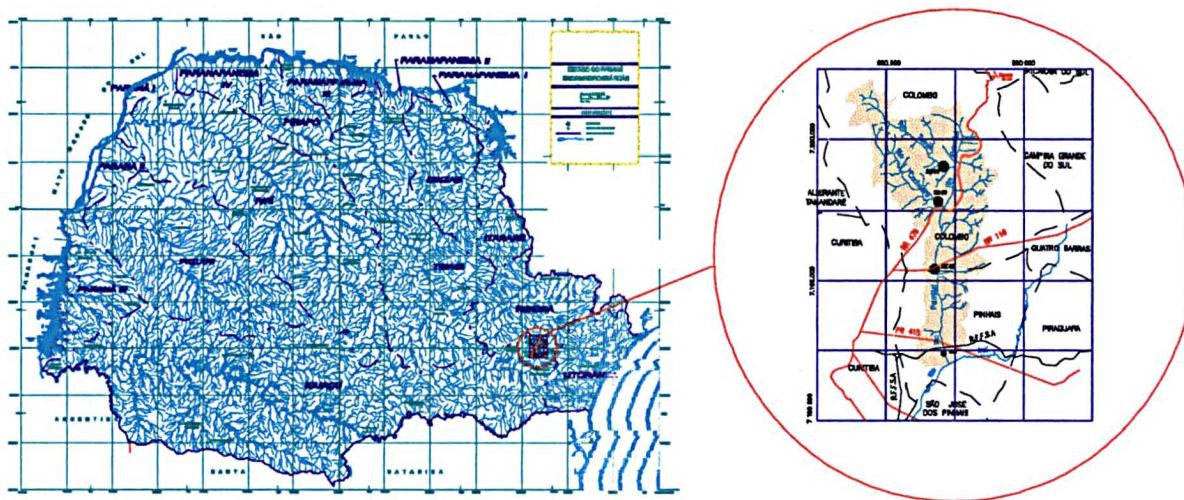


Figura 2. Mapa de localização da sub-bacia do rio Palmital dentro da rede hidrográfica do Estado do Paraná (adaptados para este trabalho de SUDERHSA, 1997 e COMEC, 1976).

As águas do rio Palmital são utilizadas para abastecimento público diretamente de seu curso principal, através da Captação Palmital, situada entre a foz do Tumiri e a foz do Cachoeira, a jusante da Fazenda da EMBRAPA, em Colombo, e quando necessário, através da Captação Iguaçu, no rio Iguaçu, da qual o Palmital é contribuinte. Em condições normais, são utilizadas, na Captação Iguaçu, as águas do reservatório do Irai, a montante da foz do Palmital, desviadas através do Canal de Água Limpa (ANDREOLI et al., 2003).

3.4.3. Meio antrópico

O município de Colombo, foi fundado em 1878 por imigrantes italianos. Estes receberam do governo provincial, cerca de 80 lotes, a 23 km de Curitiba, onde se estabeleceu

a Colônia Alfredo Chaves. Esta colônia mais tarde passou a categoria de Vila, com o nome de Colombo em homenagem a Cristóvão Colombo, porém este nome foi mudado para Capivari, que mais tarde voltou a chamar-se Colombo (COMEC, 2000 e COLOMBO, 2003).

Os imigrantes italianos deram origem a muitas comunidades agrícolas. Ainda hoje, algumas localidades preservam os nomes dados no passado pelos colonizadores do município, como a Colônia Alfredo Chaves (hoje Sede), Colônia Antônio Prado, Colônia Presidente Faria, localidade do Capivari, Atuba, Bacaetava, Boixininga, Campestre, Guaraituba, Imbuial, Jacu (São Sebastião), Morro Grande, Ribeirão das Onças, Roça Grande, Serina (atual Serrinha), Uma (atual Santa Gema), Veados (atual São João), Cercado (atual Cercadinho), Fervida (atual Água Fervida), Rincão e Poço Negro (COMEC, 2000; COLOMBO, 2003)

Pinhais ao sul, fazia parte do município de Piraquara até 1992, quando por meio de um plebiscito tornou-se um município independente. Esta região onde hoje se localiza Pinhais começou a ser ocupada no século XVII. O terreno foi doado com a intenção de expandir o processo de povoamento do Primeiro Planalto. A região do atual município de Pinhais caracterizava-se por possuir muitos capões de pinheiros originando assim o nome do local (PINHAIS, 2001).

A partir de então começaram a chegar os imigrantes, em sua maioria italianos, alemães e poloneses e com eles a ocupação do território local. No ano de 1885 foi inaugurada a estrada de ferro Curitiba-Paranaguá, a qual passava pela região e permitiu a chegada de muitas famílias de operários, surgindo o primeiro núcleo de povoamento. A chegada desses operários era devida ao surgimento de uma indústria cerâmica - Cerâmica Torres, que mais tarde foi vendida, e passou a se chamar Cerâmica Weis, a qual foi expandida pelo novo proprietário, tornando crescente a necessidade de mão-de-obra e o conseqüente aumento do povoado.

O ciclo econômico dos tropeiros também atraiu muitas famílias a instalarem-se na região, tornando-se este povoado um local de comércio, de descanso e de abastecimento dos tropeiros vindos do sul. A partir de então, a estrutura comunitária local foi crescendo próximo à fábrica de cerâmica, e a partir do trabalho dos funcionários e suas famílias, surgiu uma comunidade chamada de Pinhais (PINHAIS, 2003).

3.4.4. Crescimento urbano

Os municípios limítrofes a Curitiba como Colombo, na direção nordeste, e Pinhais, a leste, são muito procurados para moradia, dado a facilidade de acesso ao trabalho e demais estruturas que a Curitiba oferece. Por estas razões a ocupação tem se dado de forma rápida com a crescente urbanização nas últimas décadas e conseqüente degradação do meio.

A evolução urbana das cidades próximas a Curitiba são decorrentes do processo que ocorreu nacionalmente a partir de 1970, quando houve uma grande migração das áreas rurais para as urbanas, concentrando população em algumas cidades do Brasil, principalmente nas regiões metropolitanas. Curitiba e região foram locais que desde então tem recebido um contingente considerável de população migratória. Isto pode ser observado por meio dos dados populacionais do IBGE para os últimos anos, na Tabela 10.

Tabela 10. Aumento populacional na RMC e taxa de crescimento por períodos

Município	1970	1980	1991	1996	2000	Taxa Cresc. 1970/1980	Taxa Cresc. 1980/1991	Taxa Cresc. 1991/1996	Taxa Cresc. 1996/2000
Adrianópolis	11.540	11.122	8.935	7.339	7.007	-0,37	-1,97	-3,86	-1,15
Agudos do Sul	5.432	5.195	6.076	6.443	7.221	-0,45	1,43	1,18	2,89
Almirante Tamandaré	15.299	34.157	66.159	89.410	88.277	8,36	6,19	6,21	-0,32
Araucária	17.117	34.789	61.889	76.684	94.258	7,35	5,38	4,38	5,29
Balsa Nova	4.704	5.293	7.515	8.745	10.153	1,19	3,24	3,08	3,80
Bocauva do Sul	10.697	12.115	10.657	8.583	9.050	1,25	-1,16	-4,24	1,33
Campina Grande do Sul	7.891	9.800	19.343	31.444	34.566	2,19	6,38	10,21	2,39
Campo Largo	34.405	54.834	72.523	82.972	92.782	4,77	2,57	2,73	2,83
Campo Magro ¹	-	-	-	16.392	20.409	-	-	-	5,63
Cerro Azul	18.363	20.006	21.073	17.107	16.352	0,86	0,47	-4,08	-1,12
Colombo	19.258	62.882	117.767	153.698	183.329	12,56	5,87	5,47	4,51
Contenda	7.224	7.558	8.941	12.332	13.241	0,45	1,54	6,64	1,79
Curitiba	609.026	1.024.980	1.315.035	1.476.253	1.587.315	5,34	2,29	2,34	1,83
Doutor Ulisses ²	-	-	-	5.662	6.003	-	-	-	1,47
Fazenda Rio Grande ²	-	-	-	45.299	62.877	-	-	-	8,54
Itaperuçu ²	-	-	-	17.603	19.344	-	-	-	2,39
Lapa	32.122	35.031	40.150	39.967	41.838	0,87	1,25	-0,09	1,15
Mandirituba	11.036	15.444	38.336	15.218	17.540	3,42	8,62	-16,87	3,61
Pinhais³	-	-	-	89.335	102.985	-	-	-	3,62
Piraquara	21.253	70.641	106.882	52.486	72.886	12,76	3,84	-13,26	8,56
Quatro Barras	4.066	5.717	10.007	13.901	16.161	3,47	5,22	6,79	3,84
Quitandinha	10.853	12.395	14.418	14.058	15.272	1,34	1,38	-0,50	2,09
Rio Branco do Sul	25.133	31.780	38.296	23.212	29.341	2,37	1,71	-9,53	6,03
São José dos Pinhais	34.124	70.643	127.455	169.035	204.316	7,55	5,51	5,81	4,85
Tijucas do Sul	7.848	8.001	10.224	11.559	12.260	0,19	2,25	2,48	1,48
Tunas do Paraná ³	-	-	-	3.426	3.611	-	-	-	1,32
Total RMC	907.391	1.532.383	2.101.681	2.488.163	2.768.394	5,38	2,91	3,43	2,70

1) Município criado em 1995; 2) Município criado em 1992; 3) Município criado em 1990.

Fonte: IBGE (2003)

Na Tabela 11 a seguir, tem-se uma projeção do crescimento da população para dez anos, feita pelo IPARDES.

Tabela 11. Projeção das populações das cidades de Curitiba, do Altíssimo Iguaçu e da RMC

Município	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Taxa Cresc. 2003/2010
Adrianópolis	6.157	5.889	5.621	5.358	5.110	4.866	4.643	4.427	4.207	4.003	3.803	-4,78
Agudos do Sul	6.720	6.775	6.844	6.896	6.944	6.985	7.018	7.053	7.074	7.097	7.110	0,44
Almirante Tamandaré	92.051	97.212	102.601	108.189	113.980	120.001	126.225	132.636	139.253	146.052	153.046	5,08
Araucária	91.087	94.776	98.547	102.392	106.285	110.243	114.236	118.268	122.311	126.371	130.431	3,52
Balsa Nova	9.717	9.961	10.186	10.412	10.651	10.886	11.111	11.342	11.563	11.782	11.993	2,04
Bocaiúva do Sul	9.150	9.272	9.388	9.496	9.600	9.691	9.783	9.868	9.941	10.017	10.073	0,85
Campina Grande do Sul	39.439	41.592	43.824	46.128	48.517	50.976	53.509	56.116	58.781	61.496	64.291	4,86
Campo Largo	92.030	94.120	96.194	98.226	100.217	102.168	104.061	105.905	107.680	109.381	111.018	1,76
Campo Magro	21.218	22.561	23.973	25.446	26.995	28.602	30.282	32.032	33.854	35.737	37.697	5,78
Cerro Azul	17.748	17.873	17.995	18.095	18.201	18.283	18.355	18.410	18.439	18.462	18.474	0,30
Colombo	202.977	217.052	231.926	247.658	264.222	281.668	299.983	319.172	339.210	360.114	381.894	6,38
Contenda	12.990	13.121	13.253	13.387	13.496	13.600	13.703	13.781	13.850	13.850	13.910	0,55
Curitiba	1.607.793	1.637.698	1.666.817	1.695.030	1.722.243	1.748.361	1.773.280	1.796.834	1.818.892	1.839.415	1.858.337	1,32
Doutor Ulisses	6.283	6.425	6.573	6.714	6.856	6.989	7.119	7.239	7.355	7.466	7.569	1,73
Fazenda Rio Grande	65.944	72.162	78.890	86.165	94.029	102.528	111.698	121.568	132.181	143.589	155.851	8,83
Itaperuçu	22.317	23.596	24.928	26.325	27.771	29.273	30.828	32.430	34.082	35.790	37.542	5,20
Lapa	41.424	41.677	41.910	42.110	42.278	42.413	42.517	42.598	42.620	42.617	42.569	0,15
Mandirituba	17.084	17.526	17.976	18.419	18.860	19.285	19.715	20.126	20.530	20.933	21.322	2,11
Pinhais	101.445	104.360	107.258	110.141	113.005	115.814	118.590	121.305	123.962	126.549	129.080	2,29
Piraquara	66.642	70.518	74.570	78.786	83.176	87.732	92.454	97.357	102.430	107.688	113.121	5,30
Quatro Barras	19.933	21.754	23.748	25.896	28.228	30.742	33.456	36.377	39.516	42.882	46.499	8,72
Quitandinha	13.643	13.502	13.354	13.211	13.047	12.871	12.692	12.510	12.310	12.107	11.905	-1,48
Rio Branco do Sul	22.281	21.987	21.685	21.364	21.034	20.695	20.355	19.995	19.624	19.250	18.864	-1,76
São José dos Pinhais	210.395	221.575	233.185	245.184	257.602	270.412	283.620	297.176	311.084	325.319	339.891	4,78
Tijucas do Sul	12.507	12.718	12.911	13.111	13.294	13.461	13.628	13.782	13.921	14.060	14.183	1,13
Tunas do Paraná	4.026	4.174	4.321	4.464	4.616	4.766	4.915	5.074	5.232	5.381	5.535	3,12
Total RMC	2.813.001	2.899.876	2.988.478	3.078.603	3.170.257	3.263.311	3.357.776	3.453.381	3.549.902	3.647.408	3.746.008	2,84

Fonte: IPARDES, 2000.

De acordo com os dados, Colombo apresentam-se entre as cidades da RMC com as maiores taxas de crescimento (Tabela 10, pg 44). Na projeção (Tabela 12), aparece como a terceira cidade que mais irá crescer nos próximos 7 anos (2003 a 2010). Já Pinhais, vai apresentar um crescimento pequeno se comparado as outras cidades, inclusive menor que a taxa para a RMC.

Os dados apresentados confirmam o elevado adensamento populacional de Curitiba e Região Metropolitana, e os conseqüentes problemas por ele gerado, que são a falta de moradia e infra-estrutura urbana adequadas, pressionado assim cada vez mais o meio, devido à ocupação de áreas de preservação permanente, como as margens de rios. Locais tidos como oportunidade de moradia para a população migratória, que vem em busca de empregos e melhores condições de vida. Uma vez que o mercado e a cidade não estão preparados para absorver tanta gente, as pessoas acabam ficando a margem da sociedade e ocupando locais

impróprios e perigosos, comprometendo a qualidade das suas vidas e do meio, pela degradação dos recursos (MARCONDES, 1999).

A várzea do rio Palmital vem sendo progressivamente ocupada de forma irregular desde os anos 70, transformando-se num grande fator de contaminação das águas desta sub-bacia, a qual é manancial usado para o abastecimento público de água (LIMA e MEDONÇA, 2003).

Na sub-bacia Palmital, em Colombo, ocorrem grandes áreas de invasões como Vila Zumbi e Liberdade (junto a BR 116), Ana Terra (Monza e Santa Terezinha) e ao longo do Palmital no Jd. Guaraituba e Eucaliptos, além de inúmeros pequenos aglomerados dispersos pela área. Em Pinhais foram localizadas duas áreas de ocupação irregular: a Sete Vilas e outra na área central, ambas próximas às margens do Palmital (Anexo 3).

No último Censo Demográfico do IBGE (2000) foi realizado um levantamento da situação dos domicílios, indicando para as ocupações irregulares ou aglomerados subnormais na área de interesse, os números apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Total de domicílios e de aglomerado subnormal na área de interesse.

Local	Total de Domicílios	Total de Aglomerado Subnormal (domicílios)
Paraná	2.709.523	49.798
Curitiba	479.341	37.752
Colombo	49.502	1.621
Pinhais	29.180	0

Fonte: IBGE (2002)

Segundo COLOMBO (2002), a região do município de Colombo que mais cresceu foi a sul, devido sua proximidade com Curitiba e, por localiza-se longe da sede municipal apresenta grande carência de serviços públicos e sociais, como esgoto, pavimentação, transporte coletivo, postos de saúde, escolas e creches. Essa condição consolidou a dependência de Curitiba e contribui para a precariedade das ocupações normais e subnormais. As ocupações irregulares concentram-se na porção sul de Colombo em áreas de loteamentos

já aprovados nas décadas de 1960 e 1970 e localizam-se sobre áreas de preservação e institucionais, com 15% da população do município em 1997.

Embora, segundo IBGE (2002) o município de Pinhais não apresente ocupações irregulares (Tabela 3), no entanto este possui sérios problemas com ocupações irregulares na região limítrofe a Curitiba, na sub-bacia do rio Atuba e, também na sub-bacia Palmital.

3.4.5. Zoneamento e uso do solo

O parcelamento do solo e a ocupação urbana de Colombo, assim como a sua configuração atual, especialmente na região limítrofe a Curitiba, relaciona-se a grandes transformações ocorridas com o processo de assentamento e parcelamento do solo a partir de 1970 na RMC (COLOMBO, 2002).

Em Colombo, nas décadas de 1960 e 1970 cerca de 73,27% dos loteamentos foram aprovados, correspondendo à cerca de 74,53% dos lotes. Esses altos parâmetros de aprovações de loteamentos foram anteriores a mudança na legislação federal, em 1979, que impôs maiores restrições ao parcelamento do solo, com o conseqüente declínio nos anos 1980 e 1990, com a aprovação de apenas 16,34 % dos loteamentos, cerca de 16,63% do total de lotes de Colombo (COMEC, 2000).

O zoneamento atual de Colombo e a legislação de uso e ocupação do solo foram estabelecidos pela Lei Municipal n.º 32 de 3 de novembro de 1978, ainda em vigor. Esta dispõe sobre o zoneamento do município e a divisão do território em zonas de uso.

Segundo COMEC (2000), o uso e ocupação atual do em Colombo pode ser dividido em três grandes regiões, que são: a) área limítrofe a Curitiba, parte sul do município, encontra-se comprometida pelo processo de parcelamento urbano do solo, sendo a área mais adensada no perímetro da cidade pólo; b) área da Sede municipal e; c) área que envolve a Sede, estendendo-se ao oeste, norte e leste. Caracteriza-se por ser área rural e basicamente dedicada a olericultura, apresenta um relevo mais acidentado.

A sub-bacia do rio Palmital que ocupa cerca de 38,4% (76,3 km²) dos 198,7 km² do município de Colombo e, ao longo de sua extensão insere-se dentro dos três grandes parcelamentos descritos acima (Anexo 4).

O Parcelamento e uso do solo na região de Pinhais também teve os mesmos problemas observados em Colombo, devido a especulação financeira que ocorreu antes de entrar em vigor a legislação federal mais rigorosa, em 1979, de acordo com PINHAIS (2001):

“Ao anunciar-se a entrada em vigor da Lei Federal 6766/79, que imporia regras mínimas ao parcelamento do solo, surgem na RMC um grande número de projetos de loteamentos. Na grande maioria (...), o que ocorreu foi um total desrespeito àquilo que hoje é considerado padrão urbanístico mínimo. Desse modo, grandes áreas do futuro território metropolitano foram parceladas, e hoje constituem-se num dos principais problemas que o atual planejamento dos poderes municipais é obrigado a conviver”.

No município de Pinhais a região limítrofe a Curitiba, encontram-se mais adensadas as sub-bacias do rio Atuba e Palmital. Esta elevada ocupação tornou-se agravante devido à necessidade de locais mais baratos para moradia, já que a aquisição de um imóvel na cidade pólo torna-se impossível, busca-se locais próximos compatíveis com as condições salariais dessa população (PINHAIS, 2001).

Segundo Plano Diretor (PINHAIS, 2001), existem situações preocupantes de invasões em fundo de vale, no rio Atuba e Palmital, e a existência de loteamentos aprovados e ainda não implantados, que apresentam padrão urbanístico muito inferior ao desejado, citando-se como exemplo o Conjunto Residencial Graciosa (sub-bacia Palmital), aprovados antes da Lei Federal 6766/79, o qual não atende as atuais necessidades mínimas de urbanização.

Segundo LIMA e MENDONÇA (2003) um destaque surpreendente pelo alto número de lotes aprovados é o do Distrito de Pinhais, pertencente ao município de Piraquara, o distrito industrial congregava uma série de indústrias chamadas "de fundo de quintal". Localizada exatamente na divisa com Curitiba, esta localidade apresenta problemas de suscetibilidade a inundações, baixa declividade dificultando a drenagem natural e escoamento superficial. Na década de 50, contudo, verificou-se a aprovação de nada menos do que 10.954 lotes nesta porção regional, que está também em área de mananciais importantes (Anexo 3).

Ainda segundo PINHAIS (2001), recentemente cresceu a demanda formal por ocupação de áreas inadequadas, ao mesmo tempo em que surgiram no município a necessidade de loteamentos de alta qualidade de infra-estrutura de acordo com as leis municipais, como o Alphaville Graciosa, com 1.217 lotes (sub-bacia Palmital), mais apropriada a região de mananciais, devido a alta qualidade da infra-estrutura implantada.

A política de restrição, aliada a legislação contrária a ocupação das áreas de mananciais, preservação permanente e sujeitas à inundação na RMC, não foram suficientes para a manutenção desejada destas áreas. Pois houve a implantação de loteamentos anteriormente aprovados, porém inadequados a manutenção da qualidade desejada para estas áreas (PINHAIS, 2001). Na sub-bacia Palmital estão nessa situação, parte do Vargem Grande e Maria Antonieta (Anexo 3).

O município de Pinhais possui cerca de 60,92 km² da área e, deste a sub-bacia Palmital ocupa cerca de 16,1 km² ou 26,43% do total. Segundo Plano Diretor (PINHAIS, 2001), a sub-bacia do rio Palmital dentro do território municipal, apresenta em sua margem esquerda baixa densidade populacional, enquanto na direita está quase totalmente comprometida com o parcelamento do solo.

3.4.6. Infra-estrutura urbana

O sistema de abastecimento de água da RMC atende cerca de 93% da população urbana. No Alto Iguaçu, o abastecimento de água da população é realizado por três tipos de sistemas; sistema integrado, sistema isolado e sistema misto. Ao todo são, são extraídos cerca de 7.275 l/s dos recursos hídricos da bacia do Alto Iguaçu para abastecimento público de água. A população de Colombo e a de Pinhais são atendidas pelo sistema misto de abastecimento de água da RMC (SUDERHSA, 2000)

Colombo apresenta todas as residências urbanas atendidas com água tratada pela SANEPAR (COMEC, 2000). Segundo dados informais da Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo parte da população da Vila Zumbi, ainda não dispõe desse serviço.

Dos 25 municípios da RMC apenas 10 possuem rede de esgoto, com atendimento de cerca de 40% da população desses e, somente cerca de 16% do esgoto produzido é tratado.

Em Curitiba cerca de 63% da população possui rede esgoto. No entanto, existe uma grande quantidade de ligações irregulares, com rede de esgoto ligada a galeria de água pluviais e vice versa. Desse total cerca de 49% da população tem o esgoto conduzido a estação de tratamento (SUDERHSA, 2000)

Em Colombo, os locais que já possuem rede de esgoto são o Jd. Aurora, Jd. das Graças, Jd. Eucaliptos, Jd. Guaraituba, Castelo Branco e Sede municipal (Anexo 3). O que representa cerca de 13% de toda a população urbana (COLOMBO, 2002). O tratamento do esgoto coletado é realizado nas ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) Guaraituba, com exceção da Sede. Do total do esgoto coletado 95% é tratado, possuindo cerca de 85% de eficiência (SUDERHSA, 2000).

O serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos e coleta seletiva, atende a todos os bairros mesmo aqueles de difícil acesso. O serviço de varrição atende somente as ruas pavimentadas da Sede e Jd. Guaraituba. Quanto à pavimentação das ruas e estradas de Colombo, apenas uma pequena proporção da área urbana municipal é beneficiada, cerca de 18,28% (COMEC, 2000).

Em Pinhais quanto ao abastecimento de água praticamente todas as casas recebem água tratada da SANEPAR (PINHAIS, 2001).

Quanto à rede de esgoto a rede está implantada parcialmente implantada nas localidades de Sete Vilas, Palmital, Centro e Vargem Grande pela margem direita e Vila Maria Antonieta pela margem esquerda (Anexo 3).

No entanto, a situação é precária, o atendimento é parcial, existindo problemas na Vila Maria Antonieta e Vargem Grande, onde houve falhas na execução do projeto, as quais impedem a ligação das casas ao sistema já disponibilizado. O esgoto que é coletado é enviado para a Estação Elevatória do Iraí-Weissópolis, a qual apresenta problemas de recalque, fazendo com que o esgoto, que é coletado, seja parcialmente devolvido ao rio Palmital *in natura*. Da população urbana cerca de 11,7% do total possui rede esgoto e desse, somente 23,1% é tratado (PINHAIS, 2001).

Quanto ao serviço de limpeza pública os resíduos sólidos são coletados em 100% da área municipal e a coleta seletiva cobre 95% da mesma. O serviço de varrição atende as ruas pavimentadas. Quanto a pavimentação, cerca de 78,55% das ruas não possuem revestimento (PINHAIS, 2001).

3.4.7. Meio econômico

Colombo evoluiu economicamente a partir da agricultura, indústria, comércio, extração de minerais e prestação de serviços (COMEC, 2000) .

Colombo caracteriza sua estrutura econômica, segundo dados para o ano de 1999, no setor de serviços com 48,09%, indústria com 42,58% e agropecuária com 9,34%. Destaca-se dentro da RMC como importante pólo de produção de olerícolas, com 35,85% do valor total da produção, sendo a RMC a terceiro maior produtor nacional. Nos últimos anos vem tendo uma expressiva produção de verduras e alimentos orgânicos (COLOMBO, 2002).

O valor adicionado do ICMS, dentro do setor secundário, é mais expressiva a arrecadação das indústrias de transformação de minerais não metálicos (beneficiamento de cal e calcário), produtos farmacêuticos e veterinários, química, mecânica, metalúrgica e mobiliário, os quais em 1999, agregaram cerca de 62% do valor arrecadado, e o setor de serviços (terciário) 34 %, representado pelo comércio varejista e atacadista (COLOMBO, 2002)

Com relação à geração de empregos Colombo não atende toda a necessidade de população local, dependendo de Curitiba e região que emprega uma parcela significativa da população, principalmente a de menor renda. Pelos dados da COMEC (1998) citado por COLOMBO (2002) o número de passageiros que circulam dentro de Colombo por dia é de cerca de 3.740 passageiros/dia útil, contra cerca de 134.050 passageiros/dia útil, nas linhas que ligam a Curitiba.

O município de Pinhais, segundo Plano Diretor de Pinhais (PINHAIS, 2001), apresenta fortes padrões de uma cidade periférica e dormitório, característica marcante em regiões metropolitanas, ao mesmo tempo em que sua proximidade, da capital, e estrutura, oferecem vantagens à instalação de empresas.

Pinhais possui sua estrutura de indústrias distribuídas da seguinte forma: matéria plástica 32,11%, mecânica 12,21%, metalúrgica 13,21%, materiais elétricos e de comunicação 8,10%, o percentual restante se distribui na indústria tradicional (mobiliário, têxtil, gráfico, produtos farmacêuticos e veterinários, química, entre outros) (PINHAIS, 2001).

Quanto ao valor Adicionado do ICMS, hipermercados e supermercados representam cerca de 33,11 % e o setor de produção de máquinas e equipamentos para atividades produtivas 20,03% do valor arrecadado. O comércio atacadista é diversificado, porém os produtos farmacêuticos e químicos destacam-se, além dos setores de distribuição de alimentos, máquinas e peças, e outros (PINHAIS, 2001).

Em termos de trabalho Pinhais possui cerca de 91% (42.100 hab) da população economicamente ativa ocupados (mercado formal ou informal), sendo que da geração empregos no município (estimado em 13.100 empregos) não supre a necessidade local, então grande parte da população trabalha em Curitiba e região, assim como pessoas qualificadas vêm trabalhar em Pinhais de outros municípios (PINHAIS, 2001).

3.4.8. Meio físico

O clima da região apresenta, segundo a classificação de Köppen, o tipo Cfb, subtropical úmido, mesotérmico, com verões frescos, geadas severas e frequentes, sem estação de seca. A temperatura média máxima de 24°C e mínima de 11°C, a umidade relativa do ar é da ordem de 80%, possui precipitação média anual de 1400 mm apresentando uma boa distribuição de chuvas ao longo dos anos (IAPAR, 1994; IPARDES, 1979).

Geomorfologicamente toda a RMC está localizada no Primeiro Planalto Paranaense, apresentando-se limitada na direção oeste pela Escarpa de São Luís do Purunã e a leste pela Serra do Mar. A altitude máxima da sub-bacia Palmital é de 1067 metros próximo nascentes do rio Cachoeira em Colombo, e a mínima é de 880 metros ao longo do trecho final do rio Palmital em Pinhais (COMEC, 1976).

As formações geológicas mais importantes ao longo da extensão da sub-bacia Palmital são: (a) na porção noroeste da sub-bacia, que compreende a sede municipal e nascentes do rio Tumiri (parte do Aquífero Karst) estão presentes as rochas do Grupo Açungui, caracterizando basicamente por rochas metacarbonáticas, filitos e quartzito; (b) na porção superior da sub-bacia apresenta os migmatitos, os metassedimentos sílicos-argilosos e filito. Os migmatitos são heterogêneos e de composição diversa, fazem parte do embasamento cristalino e constituem a base geológica da região; (c) na porção central estende-se uma faixa desde a região norte até o sul, por onde escoam as águas do Palmital e afluentes, encontra-se

os solos aluvionares e as várzeas; (d) na região oeste e leste dos aluviões, ao longo da sub-bacia, tem-se as argilas, arcósios, margas, areias e cascalhos estando associadas a evolução da planície aluvial da bacia do rio Iguaçu (BIGARELLA et al., 1961; BIGARELLA et al., 1967; AB'SABER, 1971; BIGARELLA et al., 1994; GIUSTI e NADAL, 2000; COMEC, 2000; JACOBS, 2002).

O relevo da sub-bacia apresenta-se fortemente ondulado na porção norte e noroeste nas nascentes do Palmital, Tumiri e Cachoeira. Torna-se mais suave na porção central da sub-bacia com colinas arredondadas, os vales são largos e a calha dos rios é plana. A porção sul (complexo cristalino) apresenta um relevo suave com morros e colinas baixos e arredondadas, apresenta extensas planícies aluviais (JACOBS, 2002).

Quanto ao uso do solo nas bacias hidrográficas do Altíssimo Iguaçu, JACOBS (2002) estudou a variação da cobertura vegetal e do uso do solo de acordo com as seguintes tipologias: Tipo I: Floresta Ombrófila Mista Montana; Tipo II: Floresta Ombrófila Mista – Sistema de Vegetação Secundária; Tipo III: Reflorestamento; Tipo IV: Estepe Gramíneo – Lenhosa; Tipo V: Floresta Ombrófila Mista Aluvial; Tipo VI: Uso da Terra Agricultura; Tipo VII: Áreas Urbanas; Tipo VIII: Áreas com Água; Tipo IX: Áreas não Classificadas. A Tabela 13 apresenta a variação das tipologias para a sub-bacia do rio Palmital no período de 1976 a 1999.

Tabela 13. Uso do solo na sub-bacia Palmital no período de 1976 a 1999

Ano	Tipologias de uso da terra (ha)									Área (ha)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1976	2583,23	1454,91	32,46	3045,58	746,64	689,58	628,59			9333
1984	396,44	2544,87	194,78	3128,21	923,71	360,04	1632,96			9333
1990	1211,00	1125,00	32,00	2641,00	1492,00	795,00	1830,00	36,00	19,00	9181
1996	1065,00	1105,00	132,00	2332,00	1241,00	637,00	2585,00	52,00	32,00	9181
1999	685,00	873,00	165,00	2404,00	1785,00	301,00	2928,00	39,00	1,00	9181
Variação	-1898,23	-581,91	132,54	-641,58	1038,36	-388,58	2299,41			
1976 a 1999	-73,48%	-40,00%	408,32%	-21,07%	139,07%	-56,35%	365,80%			

Fonte: Adaptado de JACOBS (2002) que cita RIZZI e GUIERA (1996) para os anos de 1976 e 1984.

A partir da Tabela 13, pode-se observar que houve na sub-bacia Palmital, no período de 1976 a 1999, importantes mudanças na forma de uso e ocupação do solo. Verificou-se uma perda de vegetação do Tipo I de cerca de 73%, um aumento de mais 400% nas áreas de

reflorestamento (Tipo III), de cerca de 139% nas áreas de Floresta Ombrófila Mista Aluvial (Tipo V), e de cerca de 365% nas áreas urbanas (Tipo VII).

Ainda segundo JACOBS (2002), o aumento da tipologia V (Floresta Ombrófila Mista Aluvial) relaciona-se ao uso de imagens digitais para mapeamento, mais sensíveis, possibilitando a identificação de áreas não delimitadas nas fotointerpretações efetuadas anteriormente, indicando que as áreas dessa classe estavam subestimadas.

Na Figura 3, é apresentado o mapa de uso do solo para a sub-bacia Palmital relativo ao ano de 1999.

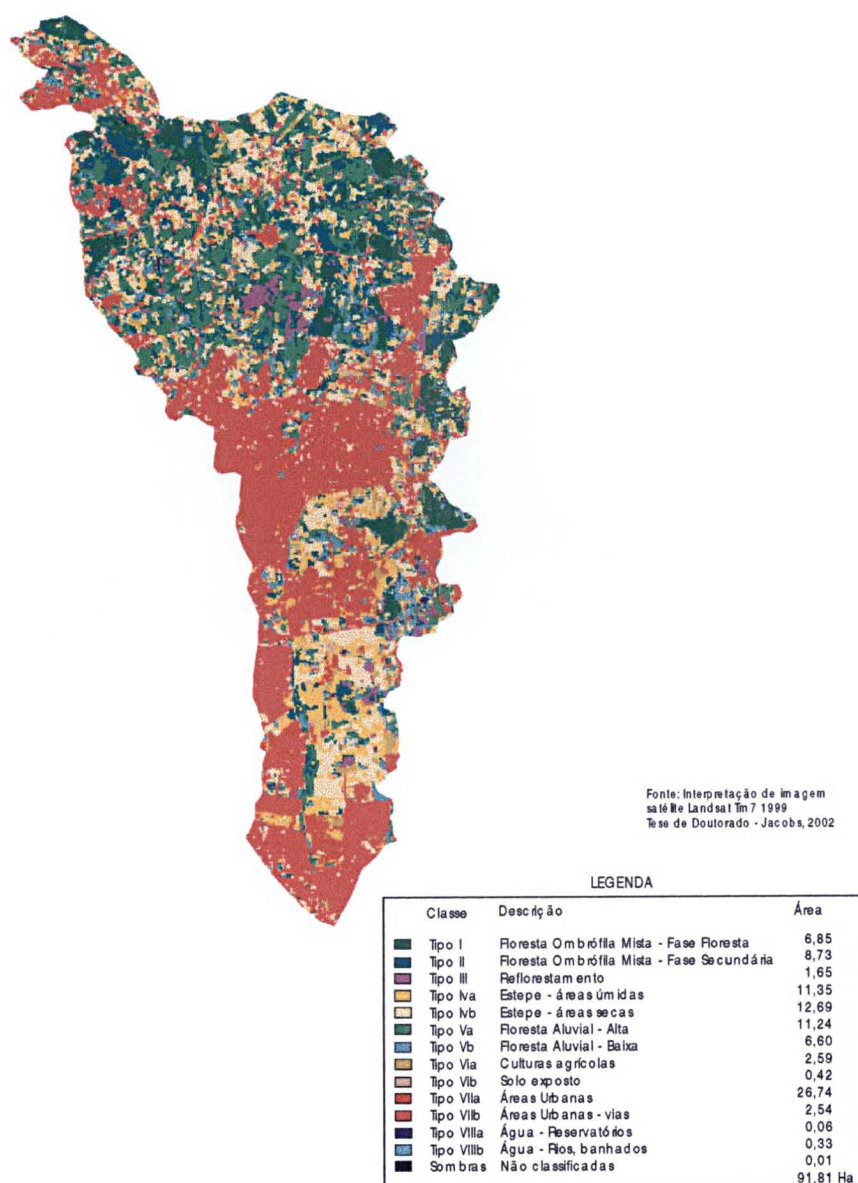


Figura 3. Mapa de uso da terra na sub-bacia Palmital para o ano de 1999 (Fonte: JACOBS, 2002)

Segundo JACOBS (2002), a urbanização na sub-bacia Palmital, no período de 1990 a 1996, foi realizada sobre áreas de florestas, capoeiras e agricultura, e ocorreu no sentido de aumento dos aglomerados urbanos já existentes. Observou ainda, que as áreas urbanas estudadas compunham cerca de 3,14% da superfície total em 1976 e passaram a 19,91% em 1999.

O uso do solo na sub-bacia em 1999 (Figura 3) mostra, em seu terço superior, mais preservado e onde se encontram as nascentes do rio Palmital (nordeste) e seus principais afluentes, rios Tumiri e Cachoeria (noroeste), grande percentual de cobertura vegetal com Floresta Ombrófila Mista Aluvial, além de Estepe Gramíneo-Úmida e Estepe Gramíneo-Seca. Nos terços médio e inferior estão as áreas mais urbanizadas e mais degradadas da sub-bacia, principalmente na porção centro-oeste, até o extremo sul da mesma.

Segundo JACOBS e RIZZI (2003) os campos e florestas vêm sofrendo um processo intenso de apropriação dos seus recursos, devido a uma série de atividades antrópicas, as quais resultam num conjunto de ações predatórias sobre o meio.

4. METODOLOGIA

4.1. Mapas

A base cartográfica utilizada para elaboração dos mapas apresentados neste trabalho foi produzida por digitalização em ambiente CAD (Microstation), a partir de imagem raster (TIF) obtida por meio de escanerização de cópia do levantamento aerofotogramétrico da RMC, escala 1: 50.000, folha SG 22 X / DI 4 da COMEC (1976), onde foram locados os contornos da sub-bacia.

A partir desta base cartográfica foram elaborados os mapas da sub-bacia referente às regiões e/ou bairros, localização do equipamento de saúde, ocupações irregulares, rede de esgoto existente (Anexo 3) e o zoneamento da sub-bacia (Anexo 4).

As informações presentes nos mapas foram obtidas por meio das fontes abaixo descritas.

- Secretaria Municipal de Planejamento de Colombo:

- Mapas digitais da malha urbana, grandes regiões e bacias hidrográficas que foram georreferenciados e superpostos à base cartográfica;
- Figura com a localização dos equipamentos de saúde, cujas informações foram incorporadas à base cartográfica por semelhança;
- Figura referente ao zoneamento municipal, cujas informações foram incorporadas à base cartográfica por semelhança.

- Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo:

- Localização das áreas servidas com rede de esgoto, por meio de informações verbais de técnicos e visitas aos locais.

- Publicação da Prefeitura Municipal de Colombo (Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais – PEMAS, COLOMBO, 2002):

- Figura “Mapa de Ocupações Irregulares”(COMEC, 1997), cujas informações foram posicionadas por semelhança sobre a base cartográfica. Posteriormente foi efetuada uma atualização em algumas áreas por meio de observações de campo e auxílio de técnicos da Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo.

- Secretaria Municipal de Planejamento Urbanismo de Pinhais:

- Mapas digitais do Plano Diretor (PINHAIS, 2001): do zoneamento municipal uso e ocupação do solo urbano, bairro, ocupações irregulares, rede de esgoto e equipamento de saúde, que foram georreferenciados e incorporados a base cartográfica.

4.2. Coleta e análise dos dados

Para a realização deste trabalho, foi efetuada uma busca por materiais bibliográficos em instituições técnicas e científicas, tais como: Bibliotecas da UFPR, COMEC, IAP, SUDERHSA e Prefeitura de Colombo e Pinhais, entre outras. Foram realizadas, ainda, visitas a diversos pontos da sub-bacia. Os dados aqui considerados visam demonstrar a existência de variação da qualidade da água em um período de 19 anos.

4.2.1. Parâmetros de qualidade da água

Os dados de qualidade da água “in natura” foram obtidos junto ao IAP em outubro de 2001, em cadernos que compreendiam o período de coleta de fevereiro de 1981 a dezembro de 2000. O ponto AI 03 e AI 42 encontram-se no curso principal do rio Palmital. O ponto AI 46 no rio Tumiri e o AI 47 no rio Cachoeira, os quais são afluentes do Palmital (Tabela 14). Dos 4 pontos estudados na sub-bacia Palmital, apenas o AI 03, mais a jusante da sub-bacia e com maior número coletas, foi monitorado a partir de 1981 (Anexo 3). Os demais foram incluídos no programa de coleta em anos posteriores, conforme Tabela 14. Os dados foram então digitados e organizados em tabelas para melhor visualização e verificação das possibilidades com a utilização de planilhas Excel.

Tabela 14. Rio Palmital e afluentes, identificação dos pontos, locais de coleta e período de monitoramento.

Rio	Ponto	Local de coleta das amostras	Período de coleta
Palmital (curso principal)	AI 03	Vargem Grande, próximo a foz no Iraí	1981-2000
	AI 42	Pinhais, próximo a divisa com Colombo	1991-2000
Cachoeira (afluente margem direita)	AI 47	Próximo a foz no Palmital	1993-2000
Tumiri (afluente margem direita)	AI 46	Próximo a foz no Palmital	1993-2000

Fonte: SUDERHSA (1997)

As identificações dos locais, iniciadas por AI, referem-se à região do Alto Iguaçu, incluindo seus formadores.

O ano de 1981 não foi considerado por apresentar apenas dados referentes a parâmetros não utilizados nas análises.

Os parâmetros que foram analisados neste trabalho compõem os seguintes parâmetros:

- parâmetros físicos - turbidez e sólidos totais;
- parâmetros químicos - fósforo total, condutividade, nitrogênio, oxigênio dissolvido(OD); demanda bioquímica de oxigênio(DBO₅) e pH;
- parâmetros biológicos - coliformes total e fecal.

A seleção desses parâmetros de qualidade da água foi condicionada pela disponibilidade e regularidade dos dados, conforme descrição a seguir:

- nem todos os parâmetros descritos no caderno de dados continham resultados das análises laboratoriais que permitissem uma boa análise de sua variação ao longo do tempo: alguns parâmetros dispunham de pouco ou nenhum resultado em vários anos seguidos ou até mesmo em todo o período analisado;
- não há uniformidade no registro dos resultados, com parâmetros distintos sendo registrados para datas distintas, indicando não haver uma análise completa, abrangente e sistemática para cada coleta, mesmo para aqueles com maior quantidade de dados e melhor distribuição no tempo;
- em alguns casos, existem seqüências de resultados seguidos de longos períodos de ausência;
- alguns parâmetros deixaram de ser avaliados no decorrer do período considerado, enquanto outros tiveram seu início de análise defasado;
- alguns parâmetros não foram avaliados para todos os pontos de coleta.

Para os parâmetros referentes aos coliformes, tanto totais quanto fecais, foram encontrados, nos cadernos do IAP, diversos registros indicando concentração de 999.999 nmp/100ml em todo o período de monitoramento, para os pontos de coleta situados mais a jusante. Tais valores se devem, segundo esclarecimentos do IAP, a limitações do banco de

dados utilizados para o armazenamento das informações, e as concentrações reais, nesses casos, são superiores a 1.000.000 nmp/100ml. Mesmo sem a obtenção desses dados reais, os parâmetros foram selecionados para análise, considerando-se os valores registrados, por serem indicadores da poluição por esgoto doméstico, importante parâmetro para a área de estudo. Ademais, os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2, caso do Palmital, são de 5.000 nmp/100ml e de 1.000 nmp/100ml respectivamente para os coliformes totais e fecais.

Os valores relativos ao nitrogênio total, não compilados nos cadernos do IAP, foram obtidos através da soma das concentrações de nitrogênio Kjeldahl, nitrato e nitrito.

Efetuada a seleção, optou-se por fazer a média anual para cada parâmetro de qualidade da água e analisá-los separadamente, tendo em vista a minimização dos efeitos das falhas acima descritas, principalmente no que se refere à não uniformidade nas coletas e sua distribuição no tempo, e em função do grande número de dados.

Com as médias anuais foram elaborados gráficos no programa Excel para todos os pontos da sub-bacia, onde o comportamento de cada parâmetro de qualidade no decorrer dos anos é mostrado de acordo com seu período de coleta.

Nesses gráficos, o eixo “y” representa os parâmetros de qualidade da água e o eixo “x” o tempo em anos. Cada linha colorida representa um ponto de coleta e a linha tracejada representa a linha de tendência (apresentando-se a equação da reta e coeficiente de determinação – R^2) definida com auxílio de planilha Excel, para o ponto mais a jusante da sub-bacia (ponto AI 03), com maior período de monitoramento e que mostra o comportamento global de toda a área de interesse.

Posteriormente efetuou-se também uma análise do comportamento dos parâmetros de qualidade considerando-se, dentro do conjunto de dados selecionados, os valores mínimos, médios e máximos em períodos de quatro anos, contados a partir do ano de 2000, tomando-se, caso a divisão não seja exata, um número de anos menor para o período que engloba o início do monitoramento. Avaliou-se, ainda, a variação dos valores médios em períodos consecutivos e o desvio padrão dos mesmos.

As equações das retas (linhas de tendência), dos coeficientes de determinação (R^2), dos desvios padrão e das correlações (R), foram obtidos com auxílio do programa Excel, cujas fórmulas estão descritas a seguir:

A linha de tendência (regressão linear simples) é definida pela seguinte equação:

$$y = m.x + b$$

onde:

y = variável dependente

x = variável independente

$$m = \text{inclinação} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \text{interceptação} = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

n = número de observações

A relação linear entre as duas variáveis é medida pelo coeficiente de correlação “R”, que varia de -1 a 1. O valor 1 representa correlação positiva perfeita e o oposto indica correlação negativa perfeita. Valores próximos de zero indicam fraca correlação (LAPPONI, 2000; COSTA NETO, 2002).

Para determinar o quanto a linha de regressão representa os dados, calcula-se o coeficiente de determinação “R²”, correspondente ao quadrado do coeficiente de correlação. Um “R²” igual a 0,70, tem-se que 70% da variabilidade decorre de “x”. Inversamente, pode-se dizer que 30% da variância de “y” não é atribuível as diferenças em “x”(LAPPONI, 2000; COSTA NETO 2002).

O coeficiente de determinação (R²) é dada pela seguinte fórmula:

$$R^2 = \frac{\text{cov}(x, y)}{S_x S_y}$$

Onde:

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

n = número de observações

\bar{x} e \bar{y} = médias das variáveis x e y

S_x e S_y = desvios padrão das variáveis x e y

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

Nas planilhas Excel o desvio padrão é calculado pela fórmula equivalente:

$$S_x = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 + \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

O desvio padrão é uma medida que só pode assumir valores não negativos. Quanto maior for o seu valor, maior será a dispersão dos dados. Quando for igual a zero não existe variabilidade, ou seja os dados são iguais (LAPPONI, 2000; COSTA NETO, 2002).

O desvio padrão é uma medida pouco resistente a mudanças pois é influenciado por valores ou muito grandes ou muito pequenos. Isto se deve ao uso da média na sua fórmula (LAPPONI, 2000, COSTA NETO, 2002).

4.2.2. Dados das doenças relacionadas à água

Dentre as diversas doenças relacionadas à água, foi possível reunir, para os municípios de Colombo e Pinhais, apenas informações relativas àquelas cujas notificações junto ao Ministério da Saúde são obrigatórias (Portaria n.º 1943 de 18 de outubro de 2001):

- diarreia, para o período de maio de 2001 a abril de 2003, em Colombo, e para o ano de 2002, em Pinhais;
- leptospirose e hepatite A, para o período de 1997 a 2002 em Colombo e em Pinhais.

Segundo informações não oficiais obtidas junto a técnicos da Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo, mesmo para as doenças que precisam ser notificadas, o número de ocorrências registradas deve ser inferior ao real, em função de as mesmas não serem, muitas vezes, diagnosticadas corretamente, pessoas doentes que não procuram ajuda médica, ou simplesmente pela não notificação de todos os casos atendidos nas unidades de saúde.

Além disso, constatou-se que muitas pessoas, mesmo tendo Unidades de Saúde próximas às suas residências, buscam outros locais de atendimento dentro e até fora do município, assim como pessoas de outros municípios são atendidas nas Unidades de Saúde locais, dificultando o mapeamento dos casos. Dentre os fatores que explicam essa migração, estão a facilidade de transporte para outras regiões (como por exemplo Vila Zumbi e Liberdade, próximas à BR 116, onde as pessoas deslocam-se para Curitiba ou Campina Grande do Sul), a preferência pessoal pelo atendimento em determinados locais, e a busca por atendimento próprio ou para seus filhos em Unidades de Saúde 24 horas e Hospitais, por trabalharem durante o dia todo.

Os dados sobre doenças de veiculação hídrica referente ao município de Colombo foram obtidos por meio de uma busca nos registros armazenados em forma de planilhas manuais (cerca de cinco mil), junto à Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica.

Tal busca limitou-se, inicialmente, à verificação das informações relativas às Unidades de Saúde inseridas na área da sub-bacia Palmital (Anexo 3). Posteriormente as pesquisas foram ampliadas, incluindo-se as demais Unidades de Saúde do município.

As fichas de notificação foram separadas por ano, verificando-se cada um dos atendimentos realizados e o endereço do paciente, separando-se aqueles pertencentes à área de interesse. Para a identificação dos endereços pertencentes à sub-bacia contou-se com o auxílio de técnicos da Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo, com excelente conhecimento das ruas e bairros do município.

A contagem efetuada, embora forneça uma idéia da distribuição das referidas doenças em áreas do município, não é exata pois, além dos fatores já citados anteriormente, ocorrem dificuldades ou imprecisões, como ruas que se iniciam em um bairro e terminam em outro fora da bacia, bairros interceptados pelo divisor de águas com outras sub-bacias e outras situações limítrofes.

Para o município de Pinhais, as informações sobre doenças relacionadas à água foram disponibilizadas pelo Núcleo Gestor de Vigilância Epidemiológica, da Secretaria Municipal de Saúde de Pinhais.

As informações sobre a diarreia foram fornecidas por Unidade de Saúde e hospitais. Para a hepatite viral e leptospirose, os dados foram inicialmente disponibilizados em totais para todo o município. Posteriormente, com o auxílio de técnicos do Núcleo Gestor de Vigilância Epidemiológica foram separados por bairros, caso a caso, através da verificação de endereços em fichas disponíveis em arquivos eletrônicos. Para Vargem Grande, Vila Amélia e Vila Maria Antonieta, foram considerados como pertencentes à sub-bacia do Palmital 50% dos casos de cada doença, proporção esta, semelhante a área contida na área de interesse (Anexo 3).

Essas informações, da mesma forma que para Colombo e devido aos mesmos motivos, são aproximadas. Mesmo para a diarreia, com dados para as diversas Unidades de Saúde, o grande número de casos registrados nos hospitais, onde se atendem pacientes de todo o município, tornam o mapeamento impreciso.

Os dados relativos aos dois municípios foram organizados em planilhas Excel, listando-se o número de casos por ano de cada doença, na área de interesse e demais sub-bacias para cada município, e a participação das mesmas no número total de casos.

Para a hepatite A e a leptospirose foram elaborados gráficos na tentativa de se visualizar a evolução das mesmas com o tempo, embora sejam curtos os períodos de análise e a superposição com os dados relacionados aos parâmetros de qualidade da água. Além de uma comparação qualitativa das linhas de tendência desses últimos com a das doenças, foram efetuadas regressões lineares simples entre esses indicadores para o período de superposição, de 1997 a 2000, utilizando-se as expressões apresentadas no item 4.2.1. Foram considerados para as correlações os pontos AI 42 e AI 03, para Colombo e Pinhais, respectivamente, por se situarem próximos aos limites de jusante desses municípios.

Para a diarreia em Pinhais, onde as informações eram disponíveis apenas para o ano de 2002, foi verificada apenas a participação da sub-bacia do Palmital no total de casos registrados no município.

Embora parciais, os registros de casos de diarreia em 2001 e 2003 em Colombo foram mantidos, sendo a análise feita apenas em termos de participação da sub-bacia Palmital no total de casos.

4.2.3. Estimativa da população da sub-bacia

A estimativa da população da sub-bacia teve por base mapas de distribuição da população por setor censitário, do IBGE, Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002), referentes aos municípios de Colombo e Pinhais, disponíveis em arquivos eletrônicos.

Segundo o IBGE (2002) setor censitário é definido como: “*unidade territorial de coleta e de controle cadastral, percorrida por um único recenseador, contínua e situada em área urbana ou rural de um mesmo distrito, em função do perímetro urbano (linha divisória dos espaços juridicamente distintos de um distrito, estabelecida por lei municipal)*”.

Esses mapas foram superpostos aos limites da sub-bacia, traçados sobre a base cartográfica, e a população foi então estimada como sendo proporcional à área de cada setor censitário contido na área de interesse.

4.2.4. Reconhecimento de campo

Tendo por objetivo um melhor conhecimento da área de estudo e a obtenção de subsídios para a análise dos dados, foram realizadas visitas a diversos pontos da sub-bacia. Contou-se, em parte dessas, com o auxílio de técnicos da Secretaria Municipal de Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Colombo.

Procurou-se, nessas visitas, observar as condições de uso e ocupação do solo urbano e rural da área de estudo, especialmente de áreas situadas junto ao curso principal do rio Palmital e de seus afluentes, além do estado de conservação da mata ciliar. Foram visitados, ainda, os quatro pontos de monitoramento do IAP existentes na sub-bacia.

Com base nesses reconhecimentos, foram efetuados ajustes nos mapas gerados, particularmente no que diz respeito às ocupações irregulares e à localização da rede de esgotos de Colombo.

Como resultado principal, foi gerado um mapa de reconhecimento de campo (Anexo 5), agregando-se ao mapa de ocupação e infra-estrutura urbana (Anexo 3), parte do material fotográfico coletado nessas visitas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Ocupação da bacia hidrográfica do Palmital

A população de Colombo que em 1970 era de 19.258 habitantes, atingiu 62.882, 117.767 e 183.329 habitantes em 1980, 1991 e 2000, respectivamente (Tabela 10, pág. 44). De 1980 a 2000, período semelhante ao maior tempo de monitoramento analisado para o ponto AI 03 (19 anos, de 1982 a 2000), o aumento foi de 120.447 habitantes, um crescimento de 191,5% em 20 anos, ou 5,50% ao ano. O município de Pinhais, emancipado em 1992, contava com 89.335 moradores em 1996 e com 102.985 no ano de 2000, que representa um aumento de 15,3% em 4 anos, ou seja, 3,62% ao ano (IBGE, 2003).

Consideradas essas proporções, os números mostram crescimentos populacionais elevados, particularmente para Colombo, que equivalem ao surgimento de uma nova cidade a cada período apresentado.

O adensamento urbano ocorrido na sub-bacia do Palmital sem o correspondente crescimento de toda a infra-estrutura urbana, teve como consequência uma intensa degradação da qualidade da água, principalmente nas porções média e inferior da mesma, em áreas contíguas à cidade de Curitiba. Segundo LIMA e MENDONÇA (2003) é importante observar que o adensamento populacional, particularmente na década de 1990, ocorreu tanto em áreas de loteamentos aprovados mas sem urbanização adequada, como em invasões.

Forte incentivo à industrialização da RMC na década de 1990, principalmente por parte do governo estadual, motivou a migração de milhares de pessoas em busca de novas oportunidades de trabalho e moradia, gerando intensa e desordenada explosão demográfica nas áreas contíguas a Curitiba.

Para facilitar a instalação de indústrias em áreas antes protegidas tendo em vista a conservação dos recursos hídricos, foi instituído o decreto estadual n.º 1.751/96, promovendo a redefinição de áreas consideradas de interesse para preservação de manancial, reduzindo-as. Nesse mesmo documento, parte da área de interesse para preservação da sub-bacia do Palmital, na sua margem direita, em Pinhais, também foi reduzida (Figura 1, pág. 19). Esse período foi, dessa forma, marcado por uma política de desenvolvimento econômico da RMC conflitante com a necessidade de preservação dos mananciais, dificultando a manutenção dos

padrões de qualidade hídrica e o cumprimento das restrições ao uso e ocupação então estabelecidos pela Lei 8.935/89 (hoje definidos pela Lei Estadual 12.248/98).

O Decreto Estadual 1.751/96, ao reduzir as áreas de interesse para preservação na sub-bacia do Palmital, manteve a fragmentação da mesma, já existente nas definições do Decreto Estadual 2.964/80. A coexistência de áreas protegidas e não protegidas na mesma sub-bacia gera dificuldades na sua gestão como um todo, visando a manutenção dos padrões de qualidade da água, em função dos naturais conflitos de interesse provocados.

A Lei Estadual 12.248/98, que criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, e define como áreas de proteção as bacias hidrográficas destinadas como manancial de abastecimento público, é uma lei recente, em implementação, e seus efeitos não podem ainda ser mensurados.

No âmbito municipal, a lei 32/78 de zoneamento, uso e ocupação do solo, de Colombo, estabelece, no que se refere à proteção de áreas de fundo de vale, uma faixa de drenagem não edificável e não loteável, com largura variando de 15 a 250 metros em função da sua área de contribuição. No caso do rio Palmital, a faixa varia de 15 metros, em suas cabeceiras, a 150 metros, no limite com Pinhais. Comparando-se os anexos 3 e 4, percebe-se a ocupação de áreas marginais de proteção, ao longo do curso principal do Palmital, no Jd. Santa Terezinha e Jd. Eucaliptos, pela margem direita, e Jd. Guaraituba, além das ocupações irregulares de Vila Liberdade e Vila Zumbi, pela margem esquerda. Verifica-se, ainda, que a ocupação dessa faixa é feita tanto por loteamentos regulares como por invasões. No Anexo 5, estão ilustradas as condições de ocupação em alguns pontos da sub-bacia. Esta lei de zoneamento, de 1978, é posterior à aprovação da grande maioria dos loteamentos hoje existentes.

Em Pinhais, a Lei Municipal n.º 489/2001, que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos, estabelece também a largura mínima da faixa de preservação do rio Palmital, de 50 metros em cada margem. Embora essa legislação seja posterior ao período de análise deste trabalho, percebe-se que a sua implementação integral será difícil, uma vez que o Jd. Palmital, Centro e Vargem Grande, além da área de ocupação irregular de Sete Vilas, pela margem direita, e Vila Amélia e Maria Antonieta, pela margem esquerda, não respeitam esse limite.

A Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), criada em 1974 com o objetivo de integrar e organizar as ações na RMC, estabeleceu o Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC (PDI), aprovado em 1978, que previa o controle do desenvolvimento urbano na região leste, de mananciais, orientando-o para oeste. As dificuldades na implementação das estratégias de controle e ordenamento do crescimento urbano nas áreas de mananciais previstas no PDI, inclusive pelas condições preexistentes e ampliadas nos últimos anos, de loteamentos e ocupações, levaram à necessidade de reavaliação do mesmo.

Com relação aos programas ambientais, suas ações limitaram-se, principalmente, à distribuição de água tratada à população, serviço que atinge quase 100% dos domicílios urbanos dos municípios de Colombo e de Pinhais, e à implantação de rede de esgoto em pequena parcela da área urbana das mesmas. Esse serviço atinge 13% da população de Colombo e 12 % da população de Pinhais (COLOMBO, 2002; PINHAIS, 2001).

O baixo percentual de atendimento do sistema de coleta e tratamento de esgoto, somado ao fato de que a quase totalidade da população da sub-bacia do Palmital concentra-se na sua porção centro-sul, em áreas de ocupação densa próximas a Curitiba, e de que tanto Colombo como Pinhais podem ser caracterizadas como cidades dormitório, com baixa atividade industrial, permitem associar o nível de poluição da água, em grande parte, ao lançamento de esgoto doméstico. Com isso, constata-se que a poluição da água do Palmital pode ser significativamente reduzida com a ampliação do sistema de rede de coleta e do tratamento do esgoto doméstico, por toda área de ocupação mais densa.

A qualidade da água sofre influência ainda, da retirada da vegetação que facilita a erosão, da ausência de pavimentação e varrição na maior parte das ruas e da falta de conscientização da população, no que se refere ao acondicionamento de lixo para coleta, serviço este oferecido em praticamente toda a área de estudo. O controle dessas fontes de poluição envolve maiores esforços e requer profundas mudanças na forma de uso e ocupação do solo e da água, inclusive no sistema de educação e formação.

5.2. Hidrografia e monitoramento da qualidade da água

A sub-bacia do Palmital possui uma área de 92,4 km², dos quais cerca de 76,3 km² (82,6%) no município de Colombo e 16,1 km² (17,4%) no de Pinhais. Sendo a área de Colombo de 198,7 km², e a de Pinhais de 60,7 km², a sub-bacia ocupa 38,4% e 26,5% dos territórios desses municípios, respectivamente.

A população total da área de estudo, por sua vez, foi estimada em aproximadamente 134.100 habitantes para o ano de 2000, sendo 97.600 habitantes de Colombo e 36.500 habitantes de Pinhais. Esses valores representam uma parcela de 53% e 35% das populações desses municípios, que eram respectivamente de 183.329 e 102.985 habitantes, no mesmo ano.

Pode-se verificar que na parcela da sub-bacia contida em Colombo, a densidade demográfica é maior que a média do município, com 53% da população ocupando 38,4% do território, por englobar uma parcela significativa da região limítrofe a Curitiba. Tal fato verifica-se também na parte contida em Pinhais, onde 35% da população ocupa 26,5% do território municipal, também nas proximidades de Curitiba.

As águas do rio Palmital são utilizadas para abastecimento público diretamente de seu curso principal, através da Captação Palmital, situada entre a foz do Tumiri e a foz do Cachoeira, a jusante da Fazenda da EMBRAPA, em Colombo, e diluída, quando necessário, através da Captação Iguaçu, no rio Iguaçu, da qual o palmital é contribuinte (ANDREOLI et al., 2003).

São quatro os pontos de monitoramento do IAP na sub-bacia do rio Palmital e afluentes, identificados, de montante para jusante, pelas siglas AI 46, AI 47, AI 42 e AI 03, cujas localizações estão apresentadas na Figura 4, a seguir, e nos Anexos 3 e 5. O Anexo 3 apresenta, além das referidas localizações, informações sobre regiões e/ou bairros, malha urbana, rede de esgoto existente, ocupações irregulares e área rural. O Anexo 5 apresenta, ainda, fotos que ilustram as condições do rio Palmital e seus principais afluentes.

Com aproximadamente 21,7 km de extensão, o rio Palmital percorre, de sua nascente ao primeiro ponto de coleta, AI 46, cerca de 6,8 km. As distâncias parciais do ponto AI 46 ao AI 47, do AI 47 ao AI 42 e desse ao AI 03 são de 2,7 km, 5,8 km e 5,6 km, respectivamente.

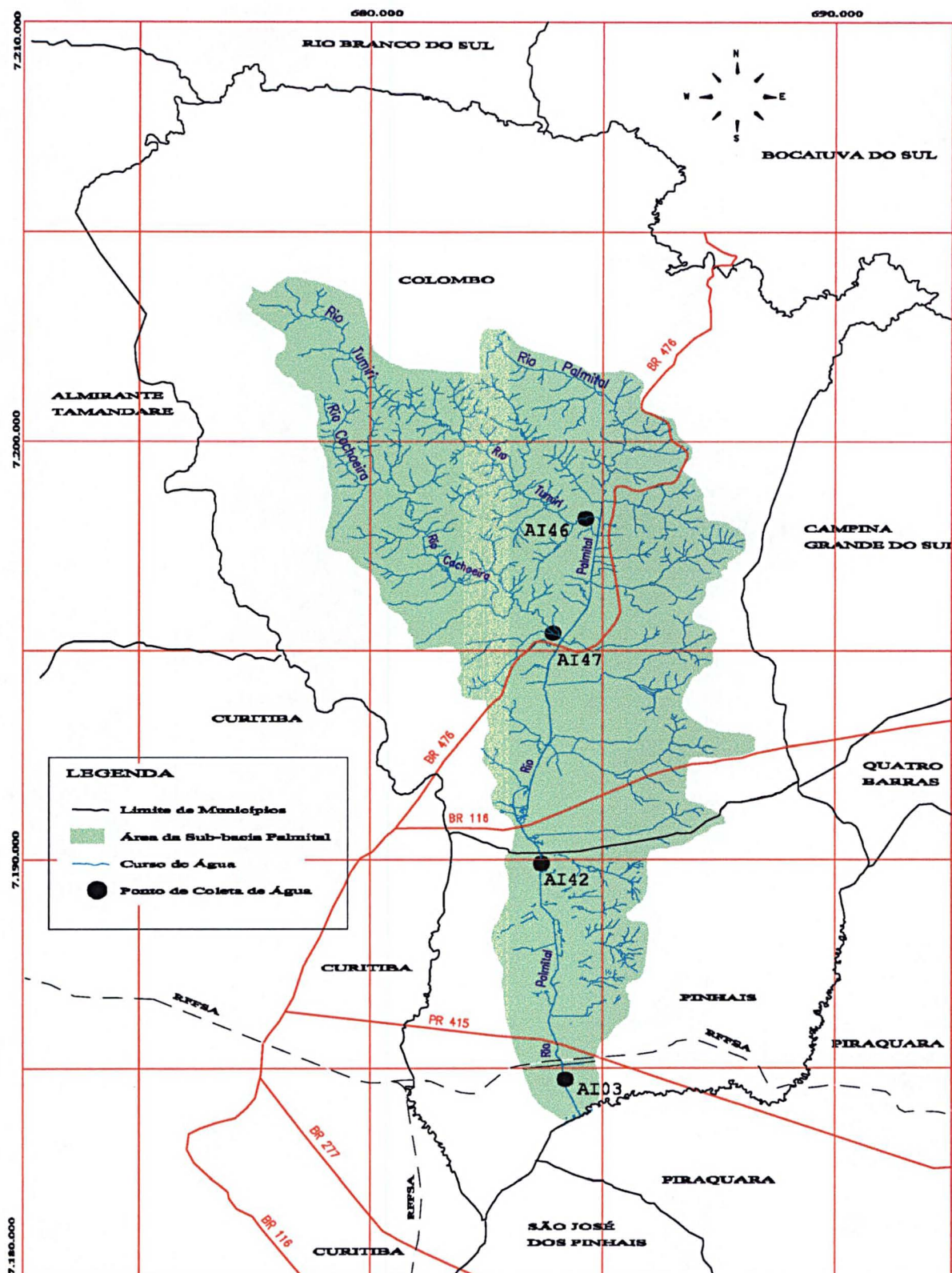


Figura 4. Sub-bacia do Palmital e pontos de monitoramento

O rio Palmital nasce em Colombo na região de São João, Santa Gema, Ribeirão das Onças e Imbuial, na porção norte da sub-bacia, em área rural ainda relativamente bem preservada, aqui denominada de região do alto Palmital (ver Anexo 3).

O ponto AI 46 localiza-se no rio Tumiri, próximo à sua foz no rio Palmital, em Colombo. O rio Tumiri, primeiro grande afluente pela margem direita, drena a porção noroeste da sub-bacia, incluindo regiões de Campestre, São Sebastião, Serrinha, Sede Municipal, São João, Santa Gema, Embu, Itajacuru e EMBRAPA. Suas nascentes encontram-se na região do Bosque Municipal da Uva, próximo da Sede do município, única área urbanizada desde afluente e que teve a rede de esgoto concluída no ano de 2000. Percorre áreas rurais onde predomina a agricultura familiar e chácaras de lazer, não apresentando ocupações irregulares. Junto com a região do Alto Palmital, constitui a região melhor preservada da área de interesse.

Nas proximidades da foz do Tumiri, o Palmital recebe, pela sua margem esquerda, a contribuição de afluentes que drenam a região de Monte Castelo, com diversas ocupações irregulares. Prossegue drenando áreas da EMBRAPA, bem preservada, e Jd. das Graças e São Dimas, com ocupações irregulares.

O ponto AI 47 está situado no rio Cachoeira, próximo à sua foz no Palmital. Segundo grande afluente pela margem direita, o rio Cachoeira nasce em Embu, próximo à Sede do município. Na região noroeste da sub-bacia, drena áreas de Roça Grande, Itajacuru, Jardim das Graças, São Gabriel, Monza, Maracanã e Santa Terezinha. A região de Embu e Itajacurú está relativamente preservada, com pequenas povoações internas e na faixa próxima à Rodovia da Uva, e ocupação mista com chácaras, pequenos produtores e de subsistência na área rural. Seguindo o seu curso, encontram-se grandes concentrações urbanas em São Gabriel, Monza, Maracanã, Santa Terezinha, e Jardim das Graças, com grandes ocupações irregulares, conforme mostrado no Anexo 3. O maior exemplo dessas ocupações situa-se na área limítrofe de São Gabriel, Monza e Santa Terezinha, nas proximidades do antigo lixão municipal, uma das causas da acumulação de pessoas que viviam da coleta de lixo, conforme ilustrado na Figura 5.



Figura 5. Vista de ocupação irregular (Ana Terra), na rua Gaspar Kania, junto a um afluente do rio Cachoeira, próximo do antigo lixão em Santa Terezinha.

O AI 42 é o primeiro ponto de monitoramento no curso principal do rio Palmital, próximo à antiga Estrada da Graciosa, já no município de Pinhais, conforme mostrado no Anexo 3. Sua área de drenagem engloba a região do Alto Palmital e aquelas já descritas para os pontos AI 46 e AI 47, dos rios Tumiri e Cachoeira, pela margem direita. Ainda nessa margem situam-se áreas de Jd. das Graças, Santa Terezinha, Maracanã, Eucaliptos, Guarani e Atuba, em Colombo. Pela margem esquerda, seguem-se, de montante para jusante, áreas da EMBRAPA, Monte Castelo, Roseira, São Dimas, Colônia Faria, Guaraituba, Rosário, Rincão, Castelo Branco, Mauá e Palmital. O trecho da sub-bacia compreendido entre a foz do rio Cachoeira e o ponto AI 42, por onde passa a BR 116, faz parte da região mais densamente povoada do município de Colombo, pela proximidade de Curitiba. Guaraituba, próximo ao ponto AI 47, é o bairro mais populoso, com diversas ocupações irregulares, principalmente ao longo da margem do Palmital. Destacam-se, ainda, os maiores aglomerados subnormais do município, de Vila Liberdade e de Vila Zumbi, junto à rodovia BR 116.

O ponto AI 03 situa-se no rio Palmital, próximo à sua foz no rio Irai, na extremidade sul da sub-bacia. Em seu baixo curso, o rio Palmital corre por uma região de planície, no município de Pinhais, drenando áreas de Sete Vilas, Emiliano Perneta, Palmital, Centro e Vargem Grande, na margem direita, e Graciosa, Entre Rios, Esperança, Vila Amélia e Maria

Antonieta, na margem esquerda. Nesse trecho, a margem esquerda possui baixa densidade demográfica, exceção feita à Vila Amélia e Maria Antonieta. Já a margem direita, pela proximidade e facilidade de acesso a Curitiba, é altamente povoada em toda a sua extensão, com a presença de ocupações irregulares, podendo-se citar a de Sete Vilas, a maior, e no Centro, conforme Figura 6.

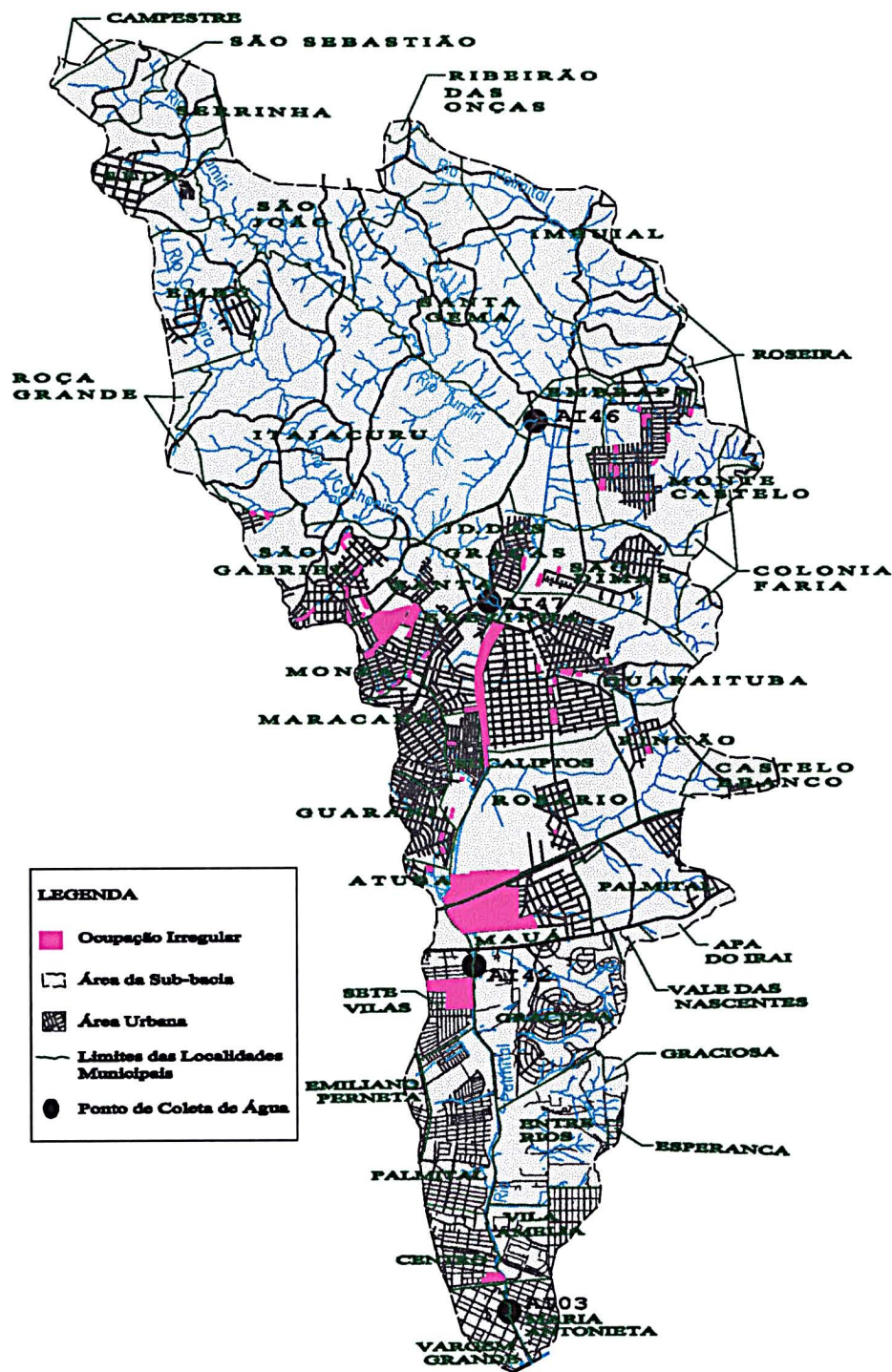


Figura 6. Mapa de localização das áreas com ocupação irregular na sub-bacia Palmital

5.3. Parâmetros de qualidade da água

Dos pontos de coleta analisados, o AI 03 é o mais antigo, com 19 anos de coleta (1982 a 2000). Os demais foram incluídos posteriormente, sendo o AI 42 em 1991 e os pontos AI 47 e AI 46 e 1993, com dez e oito anos de monitoramento, respectivamente.

O comportamento de cada parâmetro de qualidade da água em relação aos demais foi analisado através da matriz de correlação mostrada na Tabela 15, elaborada para o ponto AI 03.

Tabela 15. Matriz de correlação (R) dos parâmetros de qualidade da água para o ponto AI 03

PARÂMETROS	Fosfato total	Colif. totais	Colif. Fecais	OD	DBO ₅	Condutividade	Nitrog. Kjeldahl	Nitrog. total	pH	Turbidez	Sól. totais
Fosfato total	1,00										
Colif. totais	0,45	1,00									
Colif. Fecais	0,53	0,54	1,00								
OD	-0,66	-0,77	-0,40	1,00							
DBO ₅	0,93	0,52	0,69	-0,71	1,00						
Condutividade	0,86	0,57	0,51	-0,67	0,87	1,00					
Nitrog. Kjeldahl	0,95	0,45	0,47	-0,70	0,92	0,92	1,00				
Nitrog. total	0,96	0,25	0,36	-0,74	0,91	0,97	1,00	1,00			
pH	-0,03	-0,54	-0,33	0,47	-0,15	0,06	0,06	0,55	1,00		
Turbidez	-0,45	-0,12	-0,17	0,33	-0,48	-0,47	-0,37	-0,51	0,06	1,00	
Sol. totais	-0,04	-0,22	-0,64	-0,03	-0,28	-0,07	-0,14	-0,15	-0,26	-0,14	1,00

Foram verificadas correlações positivas fortes para o fosfato total, com a DBO₅ (0,93), a condutividade (0,86), nitrogênio Kjeldahl (0,95) e o nitrogênio total (0,96); para a DBO₅, com a condutividade (0,87), o nitrogênio kjeldahl (0,92) e o nitrogênio total (0,91); e para a condutividade, com o nitrogênio kjeldahl (0,92) e o nitrogênio total (0,97).

Correlações negativas mais significativas foram obtidas para o OD, com o fosfato total (-0,66), os coliformes totais (-0,77), a DBO₅ (-0,71), a condutividade (-0,67), o nitrogênio kjeldahl (-0,70) e o nitrogênio total (-0,74). Tal comportamento confirma a tendência de redução do nível de OD com o aumento da carga de poluentes, ao contrário do que ocorre com parâmetros como o fosfato, os coliformes e o nitrogênio, entre outros, que tendem a crescer com o nível de poluição.

Com tendências de evolução menos notáveis, o pH, a turbidez e os sólidos totais apresentaram fracas correlações com os demais parâmetros em análise.

Os comportamentos característicos dos parâmetros de qualidade da água, nos períodos analisados e ao longo da sub-bacia, observados nos gráficos elaborados, estão resumidos na Tabela 16.

Tabela 16. Características gerais dos gráficos de evolução dos indicadores de qualidade

Indicador de qualidade	Período de monitoramento (ponto AI 03)	Tendência para o ponto AI 03 ⁽¹⁾	Nível de degradação indicado ⁽¹⁾	Comportamento na sub-bacia ⁽²⁾	Característica complementar
Fosfato total	1982-2000	Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Forte incremento após 1998
pH		Levemente decrescente	Estável	Crescente para montante	Pequenas variações
Turbidez		Levemente decrescente	Estável	Maiores oscilações a montante	Grandes variações
Coliformes totais		Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Grandes variações
Coliformes fecais		Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Grandes variações
OD		Decrescente	Crescente	Crescente para montante	Forte incremento após 1998
DBO ₅		Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Forte incremento após 1998
Condutividade	1983-2000	Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Forte incremento após 1998
Nitrogênio Kjeldahl		Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Forte incremento após 1998
Nitrogênio total	1991-2000	Crescente	Crescente	Decrescente para montante	Forte incremento após 1998
Sólidos totais	1993-2000	Estável	Estável	Maiores oscilações a montante	Grandes variações

(1) Linha de tendência obtida por regressão linear simples, apresentada nos gráficos de evolução

(2) Observação dos gráficos de evolução nos pontos AI 03, AI 42, AI 47 e AI 46

Vale salientar que uma análise mais acurada poderia ser efetuada associando-se, aos parâmetros de qualidade, a vazão do rio em cada ponto no momento da coleta, o que permitiria, por exemplo, avaliar a quantidade de poluentes e não apenas a concentração dos mesmos. Tais vazões, entretanto, não estão medidas, e a sua obtenção por correlação ou outro método, que poderia ser tema de um outro trabalho, não foi aqui efetuada, por se julgar suficientes os dados existentes para uma avaliação da evolução da qualidade da água ao longo do tempo.

5.3.1. Análise dos parâmetros de qualidade da água

Observando-se, nos gráficos elaborados, a linha de tendência mostrada para o ponto de coleta AI 03, com maior período de monitoramento e mais representativo do comportamento global da sub-bacia por situar-se junto à foz do Palmital, percebe-se um nítido crescimento dos parâmetros médios anuais referentes ao fósforo total, coliformes totais, coliformes fecais, DBO₅, condutividade, nitrogênio Kjeldahl e nitrogênio total, e a diminuição do OD, indicando a deterioração crescente da qualidade da água.

Uma vez que a quase totalidade da população da sub-bacia concentra-se na sua porção centro-sul (IBGE, 2002), em área de ocupação densa pertencente aos municípios de Colombo e Pinhais, contígua a Curitiba, e que tanto Colombo como Pinhais podem ser caracterizados como cidades dormitório e portanto com baixa atividade industrial, em função do baixo nível de geração de empregos e do grande número de passageiros que circulam nas linhas que ligam a Curitiba (COLOMBO, 2002; PINHAIS, 2001), o comportamento de todos esses parâmetros pode ser associado, basicamente, à poluição por esgoto doméstico. Soma-se ainda o fato de que não se encontra, na sub-bacia em estudo, nenhuma indústria que possa ser apontada como grande poluidora de suas águas (SUDERHSA, 2000).

O grande crescimento da população urbana nos municípios de Colombo e Pinhais, onde se insere a sub-bacia, a partir da década de 1970 (Tabela 10, pág 44), sem a necessária implantação e melhoria de infra-estrutura urbana, explica, dessa forma, a evolução dos parâmetros de qualidade da água. As áreas servidas com rede de esgoto, dentro da sub-bacia do Palmital, estão apresentadas na Figura 7.

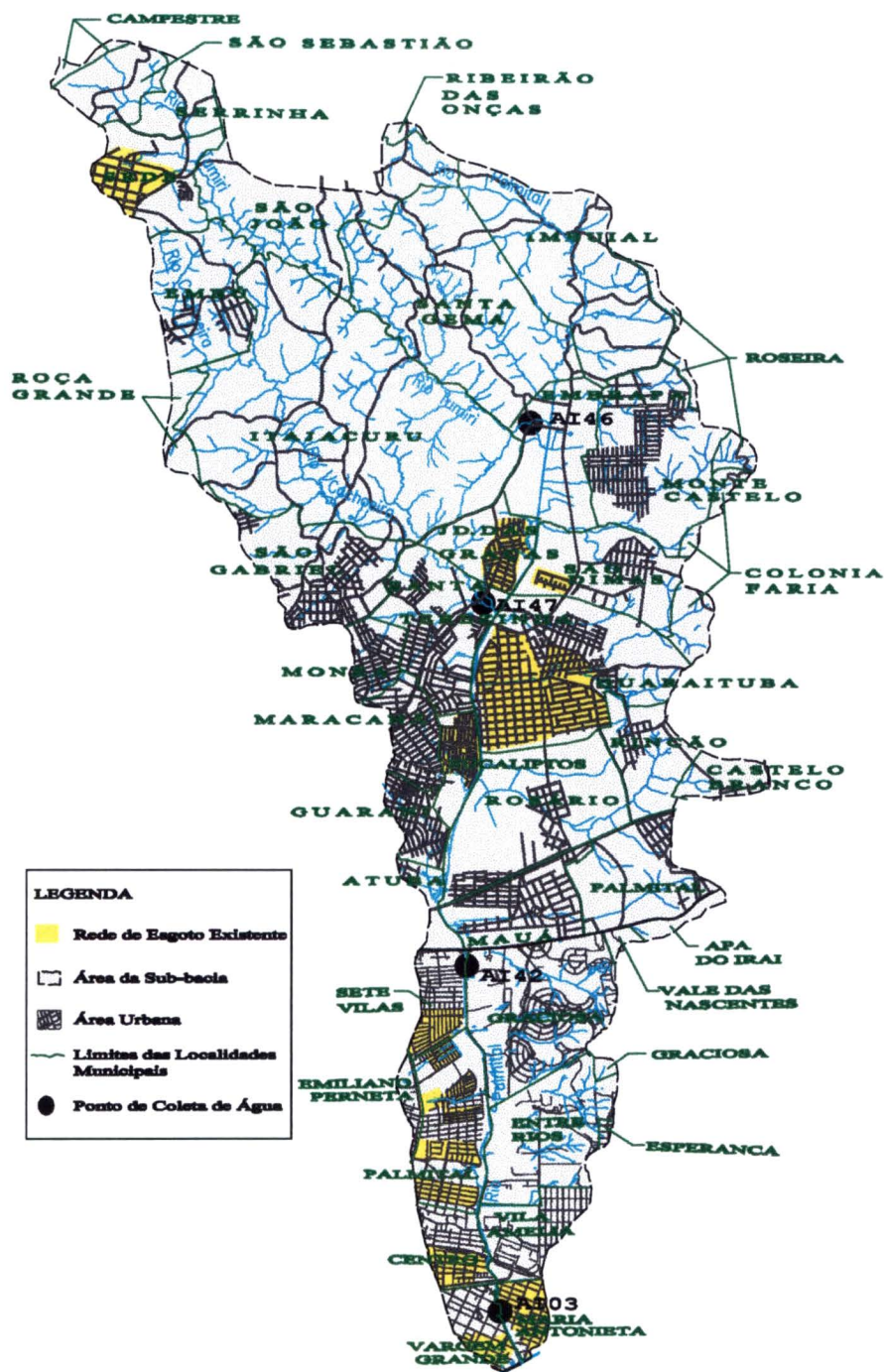


Figura 7. Mapa de localização da rede de esgoto existente na sub-bacia Palmital

A análise dos gráficos, onde cada linha colorida representa um ponto de monitoramento da sub-bacia, mostra também, com pequenas variações, o crescimento desses parâmetros (decréscimo para o OD) à medida que as águas percorrem a sub-bacia, de montante a jusante, passando por áreas de maior ocupação.

No ponto AI 46, o primeiro de montante, situado no rio Tumiri, onde a ocupação humana mais densa se limita à região de suas nascentes, próximas à sede do município de Colombo, o nível de degradação tem-se mantido relativamente baixo e até com leve tendência de queda.

No ponto AI 47, situado no rio Cachoeira, que ainda drena parte dessa área mais preservada do Embu e Itajacuru, porém engloba, em seu curso inferior, áreas densamente povoadas de São Gabriel, Santa Terezinha, Monza e Maracanã, com ocupações irregulares e sem rede de esgoto, observa-se uma deterioração crescente na qualidade da água nos últimos anos, embora na média em um nível inferior aos verificados nos pontos AI 42 e AI 03, a jusante, no rio Palmital.

O AI 42, já no município de Pinhais, próximo à antiga Estrada da Graciosa, é o primeiro ponto de monitoramento no curso principal do rio Palmital e mostra, através dos parâmetros de qualidade da água, a degradação da área que atravessa em seu trecho médio.

Embora percorra em seu alto curso, na região de Imbuial e Santa Gema, as áreas melhor preservadas da sub-bacia, o rio Palmital passa a receber, nas proximidades da foz do Tumiri (AI 46), os impactos de afluentes que drenam a região de Monte Castelo, e prossegue drenando áreas de São Dimas, ambas com ocupações irregulares e carência de infra-estrutura urbana.

A jusante da foz do rio Cachoeira, até o ponto AI 42, o Palmital passa pela região mais densamente ocupada do município de Colombo, pela proximidade de Curitiba e a passagem da BR 116. Guaraituba, o bairro mais populoso e com diversas ocupações irregulares em sua maioria ao longo da margem esquerda do Palmital, estende-se a jusante da foz do Cachoeira. Os maiores aglomerados subnormais de Colombo, de Vila Liberdade e Vila Zumbi, situam-se nesse trecho, junto à Br 116, também na margem esquerda. Pela margem direita os maiores impactos são provenientes das áreas densamente ocupadas e infra-estrutura precária de São Gabriel, Santa Terezinha, Monza e Maracanã, através do rio Cachoeira, e Maracanã, Eucaliptos, Guarani e Atuba no curso principal do Palmital.

O ponto AI 03, situado no rio Palmital junto à sua foz no rio Irai, agrega, em relação ao AI 42, informações referentes ao trecho da sub-bacia pertencente ao município de Pinhais, indicando, em geral, um pequeno acréscimo no nível de poluição. Dada a proximidade e facilidade de acesso a Curitiba, a margem direita caracteriza-se pela alta densidade

demográfica em toda a sua extensão, com a presença de ocupações irregulares, podendo-se citar a de Sete Vilas e do Centro, e embora conte com rede de esgoto em algumas áreas, tal serviço ainda mostra-se precário (PINHAIS, 2001). A margem esquerda caracteriza-se por uma densidade demográfica menor, sendo as áreas de maior ocupação a Vila Amélia e Maria Antonieta.

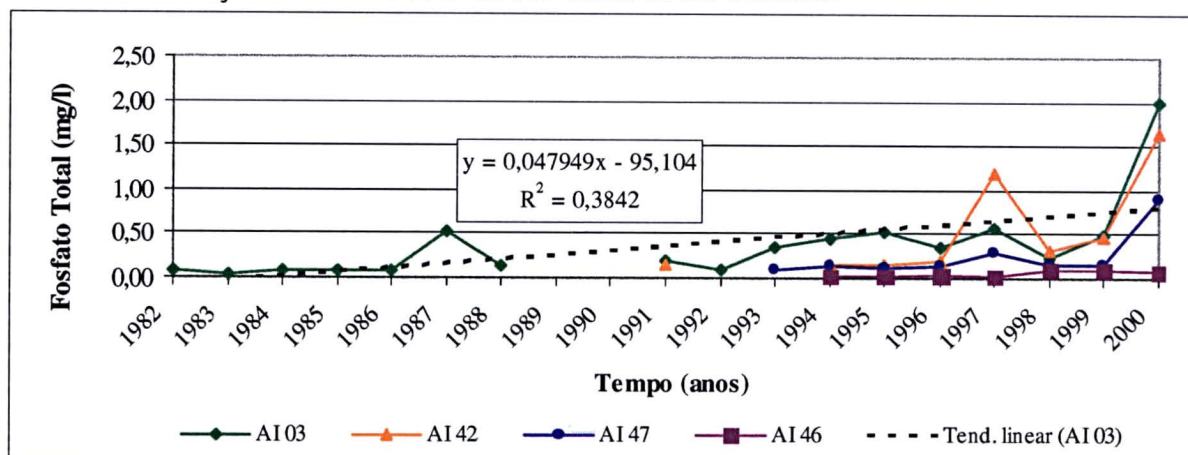
Observa-se de forma geral, nos gráficos referentes aos pontos AI 47, AI 42 e AI 03, um acentuado aumento no nível de poluição nos últimos anos do período analisado, notadamente a partir do ano de 1998. No ponto AI 46, em área mais preservada, os indicadores mantiveram-se em níveis inferiores.

Tal comportamento, apesar do grande crescimento populacional verificado principalmente nos trechos médio e inferior da sub-bacia, não pode ser explicado unicamente pelo aumento do número de habitantes, já que as taxas de crescimento, embora altas, estão diminuindo (Tabela 10, pág. 44). Relaciona-se também com a ocupação irregular cada vez mais intensa de áreas críticas para preservação e sem infra-estrutura, como várzeas e margens do Palmital e afluentes, em função da perda de poder aquisitivo.

5.3.1.1. Fósforo total

Com dados disponíveis para o período de 1982 a 2000 (AI 03), apesar de uma lacuna nos anos 1989 e 1990, o comportamento das médias anuais ao longo do tempo para os quatro pontos de monitoramento está apresentado no Gráfico 1. Conforme análise anterior para o conjunto de indicadores, pode-se observar: a linha de tendência crescente para o ponto AI 03; o aumento do grau de poluição, em geral, quando se desloca do ponto AI 46, no rio Tumiri, a montante, para o AI 03; e o crescimento do parâmetro, acentuado nos últimos anos do período considerado nos pontos AI 47, AI 42 e AI 03, em regiões mais degradadas, e menos notável no ponto AI 46, em área mais preservada, na sub-bacia Tumiri.

Gráfico 1. Evolução do fósforo total na sub-bacia do rio Palmital



A análise da evolução do fósforo total nas águas do rio Palmital, pelos valores mínimos, médios e máximos em períodos de quatro anos, apresentados na Tabela 17, mostra, numericamente, o crescimento acentuado nos últimos anos. Mesmo para o ponto AI 46, que apresenta parâmetros com valores menores que os demais, observa-se um incremento de cerca de 119% no valor médio do período 1997-2000 sobre 1993-1996, acusando alterações na forma de ocupação na sub-bacia do Tumiri.

Tabela 17. Fósforo total na sub-bacia Palmital.

Fósforo Total	Período	Valor mínimo (mg/l)	Valor médio (mg/l)	Valor máximo (mg/l)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (mg/l)
Ponto AI 03	1982-1984	0,010	0,064	0,120		0,038
	1985-1988	0,022	0,155	0,922	144,19	0,216
	1989-1992	0,102	0,151	0,200	-2,66	0,069
	1993-1996	0,101	0,413	1,113	173,54	0,249
	1997-2000	0,111	0,960	3,798	132,38	1,095
Var. no Período	1982-2000	0,101	0,896	3,678	1410,85	
Ponto AI 42	1991-1992	0,133	0,154	0,165		0,018
	1993-1996	0,086	0,179	0,290	16,02	0,061
	1997-2000	0,129	1,020	7,300	469,87	1,753
Var. do Período	1991-2000	-0,004	0,866	7,135	561,13	
Ponto AI 47	1993-1996	0,089	0,128	0,174		0,037
	1997-2000	0,140	0,451	1,584	252,39	0,466
Var. do Período	1993-2000	0,051	0,323	1,410	252,39	
Ponto AI 46	1993-1996	0,010	0,031	0,087		0,028
	1997-2000	0,018	0,068	0,153	119,35	0,055
Var. do Período	1993-2000	0,008	0,037	0,066	119,35	

Para o ponto AI 03, embora a referida lacuna existente nos anos de 1989 e 1990 prejudique a análise da evolução do parâmetro, o crescimento do valor médio entre o período inicial, de 1982 a 1984, e final, de 1997 a 2000, foi de 0,896 mg/l, o que representa um aumento de mais de 1.400%.

Para a sub-bacia como um todo, o maior aumento médio entre dois períodos consecutivos foi verificado para o ponto AI 42, imediatamente a jusante da área de maior densidade populacional, passando de 0,179 mg/l em 1993-1996 para 1,020 mg/l em 1997-2000, um incremento de cerca de 470%. Conforme análise anterior efetuada para o conjunto de indicadores, tal crescimento pode refletir, além do crescimento populacional de Colombo, uma ocupação mais intensa de várzeas e margens dos rios.

O rio Palmital é classificado como um rio de Classe 2, segundo a Resolução CONAMA 20, para a qual o limite permitido para o fosfato total é de 0,025 mg/l. Observa-se que, em termos de valores médios por período, mostrados na Tabela 17, tal limite é superado em todos os pontos, incluindo o AI 46, em área melhor preservada, e em todo o período de monitoramento analisado. Para o ponto AI 03, o parâmetro médio, já no período 1982-1984, foi de 0,064 mg/l, portanto 156% maior que o valor estabelecido pela Resolução CONAMA 20.

De forma geral, verificam-se altos valores de desvio padrão, que representam parcela considerável dos valores médios correspondentes, chegando a superá-los em alguns casos. Para o último período, de 1997 a 2000, quando ocorrem os maiores desvios nos pontos de coleta AI 03, AI 42 e AI 47, observa-se, nestes, um acentuado crescimento dos valores médios anuais, particularmente de 1998 a 2000 (ver Gráfico 1), indicando que as grandes dispersões se devem, em parte, à evolução do parâmetro ao longo do tempo.

4.3.1.2. Coliformes total e fecal

Embora se disponha de dados para todo o período de 1982 a 2000 (AI 03), a análise da evolução desses parâmetros deve ser efetuada considerando-se os problemas ocorridos com o armazenamento dos mesmos. Conforme exposto anteriormente no item 4.2.1, concentrações maiores que 1.000.000 nmp/100ml foram registradas com o valor de 999.999 nmp/100ml,

sendo esse último valor, na falta dos parâmetros reais, utilizado na elaboração dos gráficos e tabelas.

Entretanto, apesar de prejudicar diretamente o acompanhamento dos valores máximos, o comportamento dos valores médios deve sofrer, com isso, apenas alterações no sentido de amenizar as tendências tanto de crescimento como de diminuição ao longo do tempo. Para médias crescentes, é mais provável que a limitação tenha afetado de forma mais acentuada os maiores valores do final do período de análise, e para médias decrescentes, do início do mesmo. Além disso, a influência desse truncamento é maior para os pontos situados mais para jusante (AI 47, AI 42 e AI 03 para os coliformes totais, e AI 42 e AI 03 para os fecais), onde esses parâmetros apresentaram-se maiores.

Dessa forma, as linhas de tendência já nitidamente crescentes, mostradas para o ponto AI 03 nos gráficos 2 e 3 para os coliformes totais e fecais, respectivamente, devem apresentar, provavelmente, gradientes ainda maiores, indicando um forte crescimento na contaminação das águas por dejetos humanos, reflexo do crescimento desordenado nas regiões do médio e baixo curso do rio Palmital. Observa-se ainda, para esse ponto, em ambos os gráficos, oscilações ao longo do tempo maiores que as apresentadas para os demais parâmetros desse grupo.

Gráfico 2. Evolução de coliformes totais na sub-bacia do rio Palmital

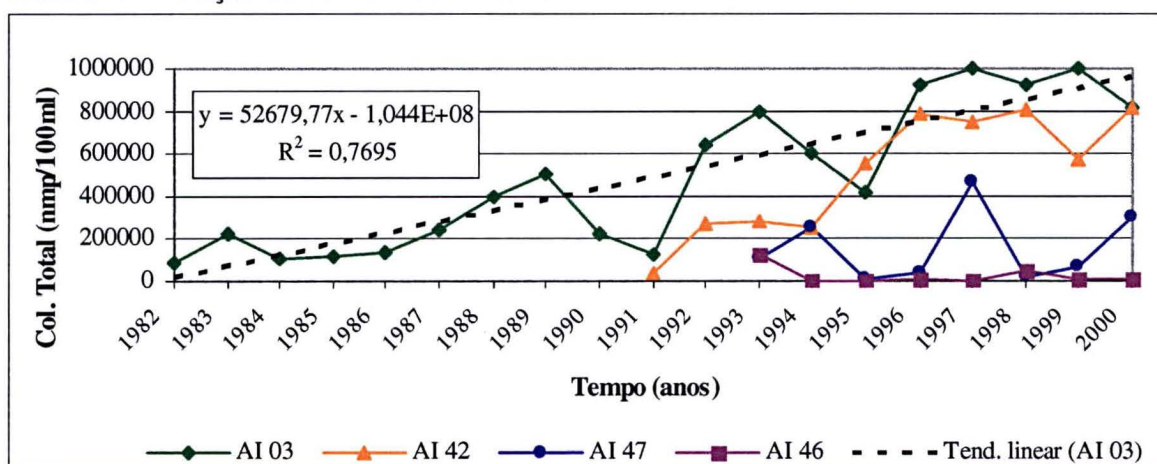
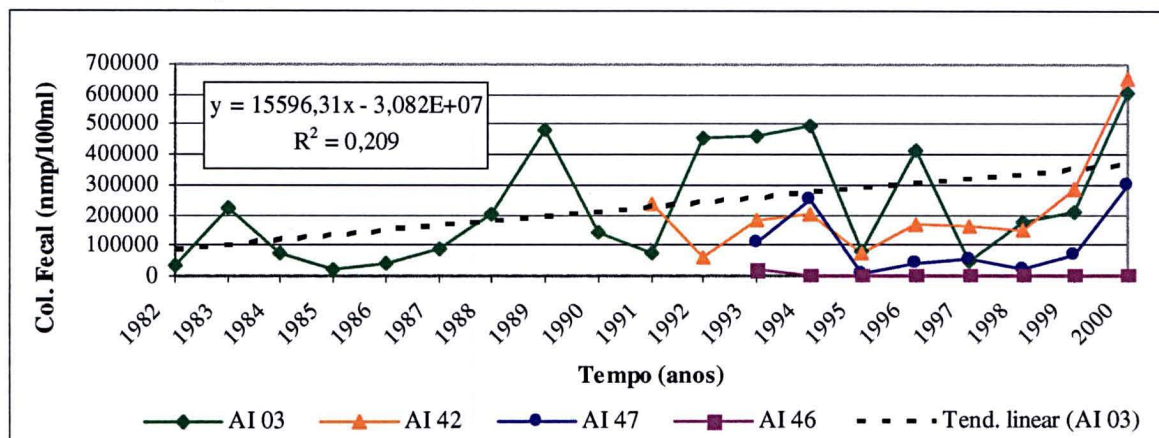


Gráfico 3. Evolução de coliformes fecais na sub-bacia do rio Palmital



Para montante, no ponto AI 42, imediatamente a jusante da área de maior densidade populacional na sub-bacia em Colombo, o crescimento foi maior no período monitorado para os dois parâmetros, mesmo apresentando valores médios inferiores aos do ponto AI 03. No ponto AI 47, esses parâmetros são menores, e no ponto AI 46, no rio Tumiri, onde a ocupação mais densa se limita à região de suas nascentes, os valores são ainda menores, apresentando tendências ligeiramente decrescentes.

De forma geral, esses comportamentos podem ser observados também na evolução dos valores médios para períodos de quatro anos, apresentados nas tabelas 18 e 19.

Tabela 18. Coliformes totais na sub-bacia Palmital

Coliformes Totais	Período	Valor mínimo (nmp/100ml)	Valor médio (nmp/100ml)	Valor máximo (nmp/100ml)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (nmp/100ml)
Ponto AI 03	1982-1984	11000	144588	999999		226092,96
	1985-1988	24000	258545	900000	78,82	248972,43
	1989-1992	14000	468190	999999	81,09	405858,58
	1993-1996	20000	747407	999999	59,64	370960,82
	1997-2000	500000	906666	999999	21,31	175118,63
Var. no Período	1982-2000	489000	762078	0	527,07	
Ponto AI 42	1991-1992	22000	214000	999999		328201,69
	1993-1996	17000	457678	999999	113,87	398107,31
	1997-2000	80000	748333	999999	63,51	355349,41
Var. no Período	1991-2000	58000	534333	0	249,69	
Ponto AI 47	1993-1996	8400	285486	999999		335374,04
	1997-2000	110000	505714	999999	77,14	335353,16
Var. no Período	1993-2000	101600	220229	0	77,14	
Ponto AI 46	1993-1996	500	23871	130000		47999,89
	1997-2000	220	19460	90000	-18,48	31951,02
Var. no Período	1993-2000	-280	-4411	-40000	-18,48	

Tabela 19. Coliformes fecais na sub-bacia Palmital

Coliformes Fecais	Período	Valor mínimo (nmp/100ml)	Valor médio (nmp/100ml)	Valor máximo (nmp/100ml)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (nmp/100ml)
Ponto AI 03	1982-1984	330	114608	999999		233414,44
	1985-1988	5000	114727	300000	0,10	105711,01
	1989-1992	1700	355666	999999	210,01	393262,65
	1993-1996	200	412970	999999	16,11	369593,95
	1997-2000	2000	295692	999999	-28,40	332861,83
Var. no Período	1982-2000	1670	181085	0	158,00	
Ponto AI 42	1991-1992	3000	121333	700000		222040,54
	1993-1996	200	169614	999999	39,79	257511,42
	1997-2000	5000	261846	999999	54,38	276348,24
Var. no Período	1991-2000	2000	140513	299999	115,81	
Ponto AI 47	1993-1996	5000	106329	500000		177648,22
	1997-2000	17000	222167	900000	108,94	349313,28
Var. no Período	1993-2000	12000	115838	400000	108,94	
Ponto AI 46	1993-1996	50	3699	17000		6550,52
	1997-2000	4	571	1700	-84,55	693,37
Var. no Período	1993-2000	-46	-3127	-15300	-84,55	

A tendência ascendente para o ponto AI 03 pode ser verificada através das variações positivas dos valores médios de ambos os parâmetros ao longo do tempo, exceto para o período 1997-2000 em relação ao período 1993-1996, com variação negativa para os coliformes fecais. Apesar do aumento desses parâmetros, as taxas de variação decrescentes, chegando inclusive a essa inversão de sinal, se devem, provavelmente, ao referido truncamento dos maiores valores ocorrido no armazenamento dos dados, além comportamento irregular, com grandes oscilações. Conforme já citado, os efeitos dessa limitação devem ser crescentes com o aumento dos parâmetros, tendendo a suavizar as variações. Ainda assim, as variações totais, considerando-se o período 1982-1984 a 1997-2000, foram de 527% para os coliformes totais e de 158% para os fecais.

No ponto AI 42, os crescimentos das médias anuais mais acentuados que os verificados no ponto AI 03 podem ser vistos também nas variações dos valores médios quadrienais para os últimos períodos. Tomando-se o período de 1993-1996 a 1997-2000, as variações dos parâmetros de coliformes totais e fecais foram de 21% e -28% para o ponto AI 03, e de 63% e 54% para o AI 42. Para os coliformes fecais, embora as médias anuais do ponto AI 42 tenham superado as do AI 03 nos últimos anos (Gráfico 3), verifica-se, na Tabela 19, que o valor médio do período 1997-2000 é maior para o ponto de jusante. Tal inversão se explica pela quantidade de medições, variável ano a ano e para cada ponto.

O aumento do nível de contaminação de montante para jusante da sub-bacia, na medida em que o rio percorre áreas mais degradadas, também pode ser verificado através dos valores médios, menores para o ponto AI 46, mais próximo das cabeceiras, e crescendo de forma acelerada até o ponto AI 03, junto à foz do Palmital.

A Figura 6 e o Anexo 3 mostram as áreas que dispõe de rede de esgoto na sub-bacia. O que se observa é uma condição ainda insatisfatória de infraestrutura de saneamento básico, onde apenas uma pequena parcela da população dispõe desse serviço, cerca de 13% da população de Colombo e 12 % em Pinhais.

A análise dos valores mínimos, médios e máximos apresentados (tabelas 18 e 19) mostra uma situação preocupante, já que a Resolução CONAMA 20 indica, para rios de Classe 2, o limite de 5000 nmp/100ml para a concentração de coliformes totais e de 1000 nmp/100ml para coliformes fecais.

Para os coliformes totais, tal limite é superado, em todos os pontos, desde o início do monitoramento, existindo, apenas, alguns valores mínimos registrados para o ponto AI 46 que satisfazem a resolução. Mesmo os valores médios, aqui subestimados, chegam a ultrapassar 900.000 nmp/100ml (AI 03), ou seja, 180 vezes o limite estabelecido. Os valores máximos, truncados, representam parâmetros superiores a 1.000.000 nmp/100ml, e ocorrem com frequência nos pontos AI 03 e AI 42 na década de 1990.

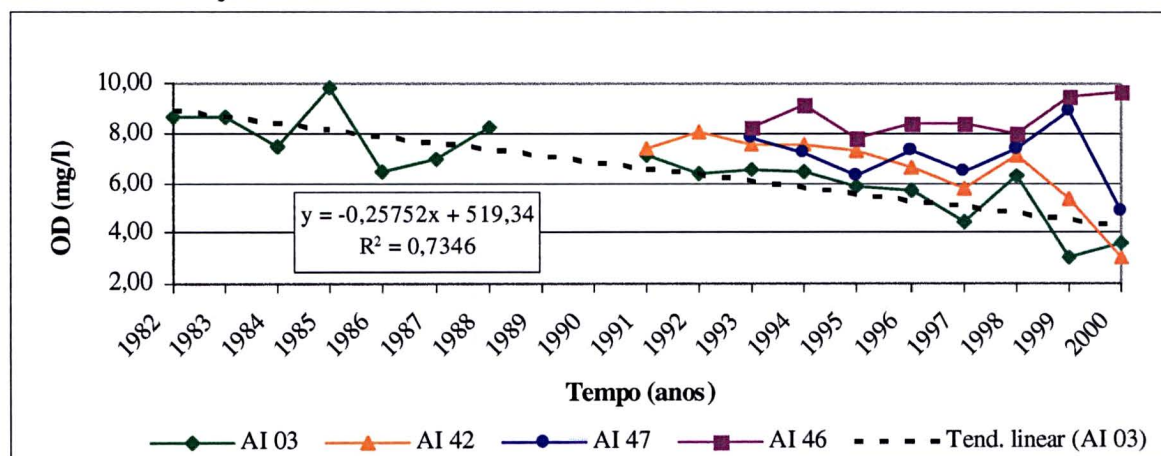
Também para os coliformes fecais, os valores apresentados indicam condições preocupantes para a sub-bacia, principalmente na região do baixo e médio curso do Palmital, onde se inserem os pontos AI 03, AI 42 e AI 47. Valores inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20, são encontrados apenas para o ponto AI 46. Para o ponto AI 03, o valor médio do período 1997-2000, mesmo subestimado, chega a mais de 295.000, ou seja 295 vezes o referido limite.

Os valores de desvio padrão obtidos para os coliformes totais e fecais são da mesma ordem de grandeza ou superiores às médias nos respectivos períodos de análise. Observa-se uma redução do desvio padrão à medida que os valores médios se aproximam de 1.000.000 nmp/100ml, aumentando a influência do truncamento dos registros quando do armazenamento dos dados, o que leva à redução da dispersão dos mesmos. Tal fato ocorre principalmente para os coliformes totais, que apresentam maiores valores absolutos.

4.3.1.3. Oxigênio dissolvido (OD)

Assim como para os demais indicadores incluídos nesse grupo, a evolução do oxigênio dissolvido retrata o crescimento populacional desordenado ocorrido nos últimos anos, aqui com nítida tendência de diminuição do parâmetro para o ponto AI 03, conforme ilustrado no Gráfico 4.

Gráfico 4. Evolução do OD na sub-bacia do rio Palmital



De forma análoga aos referidos indicadores, o grau de poluição diminui à medida que se desloca para montante, afastando-se de áreas de ocupação mais densa, com níveis de OD progressivamente maiores para os pontos AI 42, AI 47 e AI 46, chegando-se a verificar uma leve tendência de crescimento neste último (Tabela 20).

Conforme verificado em diferentes gráficos e já comentado nas análises efetuadas para o conjunto de indicadores, um forte crescimento do nível de poluição (diminuição do OD) também pode ser observado nos últimos anos do período de monitoramento, principalmente para o ponto AI 42.

Numericamente, tal tendência de redução pode ser vista também na Tabela 20 com diminuição do valor médio (quatro anos) de qualquer período analisado relativamente ao anterior, nos pontos AI 03, AI 42 e AI 47, e um crescimento, embora pequeno, no ponto AI 46. Verificam-se, ainda, valores maiores para os pontos mais a montante.

Tabela 20. OD na sub-bacia Palmital

OD	Período	Valor mínimo (mg/l)	Valor médio (mg/l)	Valor máximo (mg/l)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (mg/l)
Ponto AI 03	1982-1984	6,72	8,32	10,50		1,20
	1985-1988	1,30	7,90	12,26	-5,00	2,49
	1989-1992	4,00	6,61	10,00	-16,36	1,49
	1993-1996	2,80	6,16	11,60	-6,82	1,42
	1997-2000	1,50	4,33	7,60	-29,74	1,81
Var. no Período	1982-2000	-5,22	-3,99	-2,90	-47,98	
Ponto AI 42	1991-1992	5,90	7,78	9,70		1,18
	1993-1996	5,40	7,25	9,70	-6,81	1,05
	1997-2000	1,20	5,31	8,30	-26,83	1,93
Var. no Período	1991-2000	-4,70	-2,48	-1,40	-31,81	
Ponto AI 47	1993-1996	6,30	7,23	8,50		0,83
	1997-2000	2,60	6,42	8,90	-11,16	1,82
Var. no Período	1993-2000	-3,70	-0,81	0,40	-11,16	
Ponto AI 46	1993-1996	7,70	8,50	9,60		0,74
	1997-2000	7,50	8,91	10,30	4,84	0,98
Var. no Período	1993-2000	-0,20	0,41	0,70	4,84	

Para o ponto AI 03, com dados disponíveis para o período de 1982 a 2000, apesar de uma lacuna nos anos 1989 e 1990, a diminuição do valor médio entre o período inicial e o final foi de 3,99 mg/l, que representa uma variação de cerca de 48%.

Considerando-se toda a sub-bacia, as maiores variações médias entre dois períodos consecutivos foram verificadas para os pontos AI 03 e AI 42, dentro da área de maior densidade populacional, passando de 6,16 mg/l em 1993-1996 para 4,33 mg/l em 1997-2000 no primeiro ponto, o que representa uma redução de cerca de 30%, e de 7,25 mg/l para 5,31 mg/l nos mesmos períodos no segundo ponto, ou seja, redução de aproximadamente 27%. Conforme análise anterior efetuada para o conjunto de indicadores, tal crescimento reflete, além do crescimento populacional nos trechos médio e inferior da sub-bacia, uma ocupação mais intensa de várzeas e margens do rio Palmital e seus afluentes na década de 1990.

Considerando-se o mínimo de 5 mg/l estabelecido pela Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2, verifica-se que o OD atingiu, nos trechos médio e inferior do Palmital, níveis médios críticos nos últimos anos. Os valores médios para o período 1997-2000 chegaram a 4,33 mg/l no ponto AI 03 e a 5,31 mg/l no AI 42. No ponto AI 03, valores mínimos inferiores ao referido limite têm sido registrados desde a década de 1980. Os valores

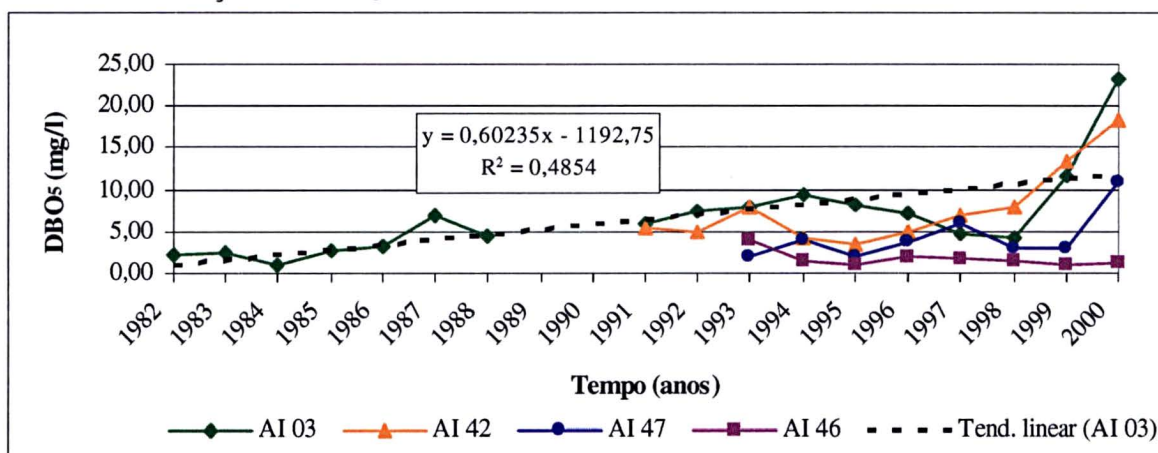
mínimos e médios registrados para o ponto AI 46, maiores que 7 mg/l, indicam uma área de menor degradação.

Refletindo as variações observadas, pequenas quando comparadas com o fosfato e os coliformes, os valores de desvio padrão obtidos para o OD representam uma fração dos valores médios correspondentes para todos os pontos e em todos os períodos analisados. Os maiores valores relativos de desvio padrão, a exemplo do fosfato, ocorrem no último período, que engloba os anos de 1998 a 2000, com variação mais acentuada do nível de OD conforme pode ser observado no Gráfico 4.

5.3.1.4. Demanda biológica de oxigênio (DBO₅)

Também com dados disponíveis para o período de 1982 a 2000 (AI 03), e com uma lacuna nos anos 1989 e 1990, os valores médios anuais de demanda biológica de oxigênio apresentados no Gráfico 5 mostram, com pequenas variações, os comportamentos característicos já descritos na análise deste conjunto de indicadores.

Gráfico 5. Evolução da DBO₅ na sub-bacia do rio Palmital



De acordo com as definições anteriormente apresentadas, o comportamento da DBO₅ deve mostrar-se invertido em relação ao do OD. Assim, a evolução da demanda biológica de oxigênio no ponto AI 03 mostra uma tendência geral crescente no período analisado, conforme esperado, por ser decrescente o gráfico do OD. Observaram-se, entretanto, oscilações nos valores médios nem sempre consistentes com as variações do OD.

Também coerente com o comportamento observado para o OD, a DBO₅ reduz-se progressivamente para montante, sendo ainda crescente com o tempo nos pontos AI 42 e AI 47 e apresentando tendência de queda no ponto AI 46, situado no rio Tumiri, onde a ocupação humana mais densa se limita à região de suas nascentes.

Observa-se, ainda, o forte crescimento do OD nos últimos anos do período de análise, nos pontos situados mais a jusante, refletindo o já citado crescimento populacional e a ocupação mais intensa de áreas críticas para a preservação da qualidade da água na década de 1990.

As variações dos valores médios quadrienais, na Tabela 21 são todas positivas para os pontos AI 03, AI 42 e AI 47, confirmando o crescimento do parâmetro no período monitorado, e negativa para o ponto AI 46. Observam-se também, valores médios menores para os pontos situados mais a montante.

Tabela 21. DBO₅ na sub-bacia Palmital

DBO₅	Período	Valor mínimo (mg/l)	Valor médio (mg/l)	Valor máximo (mg/l)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (mg/l)
Ponto AI 03	1982-1984	1,00	1,94	4,00		0,97
	1985-1988	1,00	3,93	11,00	102,63	2,58
	1989-1992	1,00	6,84	20,00	73,95	4,49
	1993-1996	2,00	7,97	23,00	16,44	3,97
	1997-2000	1,10	11,96	48,00	50,14	12,89
Var. no Período	1982-2000	0,10	10,02	44,00	516,18	
Ponto AI 42	1991-1992	2,00	5,10	10,00		2,33
	1993-1996	2,00	5,57	34,00	9,15	5,70
	1997-2000	4,00	11,11	27,00	99,50	7,37
	Var. no Período	1991-2000	2,00	6,01	17,00	117,75
Ponto AI 47	1993-1996	2,00	3,29	5,00		1,25
	1997-2000	2,00	6,63	12,00	101,88	4,01
	Var. no Período	1993-2000	0,00	3,35	7,00	101,88
Ponto AI 46	1993-1996	1,00	2,00	4,00		1,15
	1997-2000	1,00	1,42	2,00	-28,89	0,50
	Var. no Período	1993-2000	0,00	-0,58	-2,00	-28,89

Para o ponto AI 03, a variação do valor médio no período 1997- 2000 sobre 1982-1984 foi de 10,02 mg/l, que representa um crescimento de cerca de 516%.

Refletindo o crescimento acelerado nos últimos anos analisados, a variação verificada entre os períodos 1997-2000 e 1993-1996 nos pontos AI 42 e AI 47 foi de cerca de 100%, passando de 5,57 mg/l para 11,11 mg/l no primeiro e de 3,29 mg/l para 6,63 mg/l no segundo ponto.

A Resolução CONAMA 20 estabelece, para rios de Classe 2, um valor máximo de 5 mg/l para a DBO₅. No último quadriênio analisado, tal limite é satisfeito apenas no ponto AI 46, no rio Tumiri, em região melhor preservada.

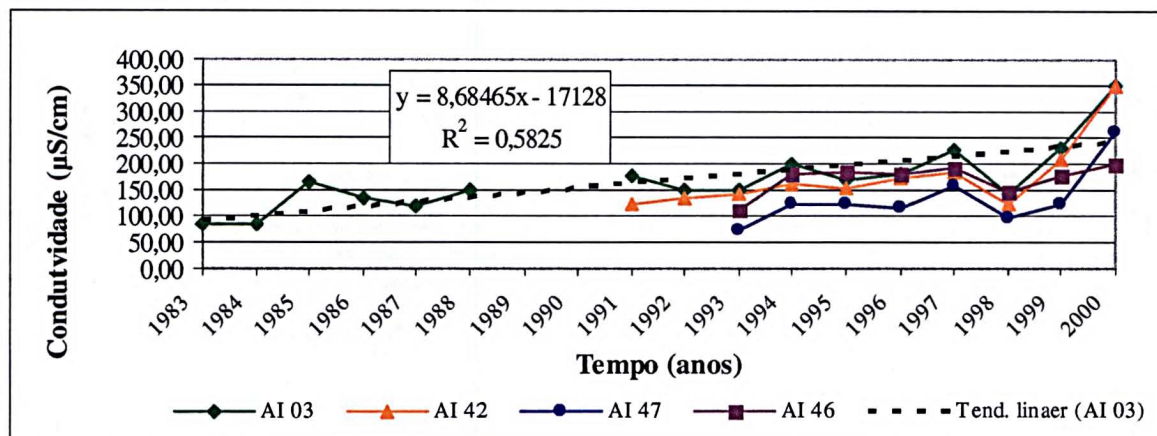
Nos pontos AI 42 e AI 03 os valores médios são superiores a 5 mg/l desde o início da década de 1990, refletindo a ocupação desordenada ocorrida nos trechos médio e inferior da sub-bacia. No período 1997-2000 esses valores chegaram a 11,11 mg/l e 11,96 mg/l nesses pontos, mais que o dobro do limite estabelecido.

Com forte correlação com o fosfato, a DBO₅ mostra também altos valores de desvio padrão, chegando a superar o valor médio, no período 1997 a 2000, no ponto AI 03. Os maiores valores de desvio padrão nos pontos AI 42 e AI 47 ocorrem também nesse período, que abrange o de maior crescimento do nível de DBO₅, entre 1998 e 2000 (ver Gráfico 5), indicando que parte das dispersões se devem à própria evolução do mesmo.

5.3.1.5. Condutividade

Os comportamentos característicos anteriormente descritos para este conjunto de indicadores podem ser observados, com algumas diferenças, nos valores médios anuais de condutividade apresentados no Gráfico 6 para os quatro pontos de monitoramento.

Gráfico 6. Evolução da condutividade na sub-bacia do rio Palmital



Com dados disponíveis para o período de 1983 a 2000, apesar de uma lacuna nos anos 1989 e 1990, a linha de tendência para o ponto AI 03 mostra um crescimento consistente da condutividade ao longo de todo o período de monitoramento, indicando níveis crescentes de deterioração da qualidade da água da sub-bacia como um todo.

O crescimento dos valores médios anuais de condutividade de montante para jusante, com o rio percorrendo áreas de ocupação mais densa, pode ser observado para os pontos AI 47, AI 42 e AI 03, cujas evoluções são semelhantes. Verifica-se ainda, para esses pontos, o crescimento acelerado desse parâmetro a partir de 1998, cujas prováveis causas foram analisadas para esse conjunto de indicadores.

No ponto AI 46, no rio Tumiri, junto à sua foz no Palmital, onde os demais indicadores analisados mostraram, em geral, o menor grau de deterioração, verificam-se valores próximos aos do ponto AI 03 e superiores aos do AI 42, particularmente no período 1994-1998. Em 1999 e 2000, crescimentos menores desse parâmetro em relação aos demais pontos levaram a valores inferiores aos do ponto AI 47.

Os altos e relativamente estáveis valores de condutividade, observados para o ponto AI 46, podem ser explicados pelo fato de o alto curso do rio Tumiri situar-se em áreas de rochas calcáreas, com jazidas em exploração e indústrias de processamento. Essas rochas liberam, em contato com a água, íons de cálcio, magnésio, hidróxido e carbonato, entre outros, cujas presenças na água aumentam a sua condutividade (BRITO, 2003). A ação antrópica dessa área tende a intensificar esse efeito.

Para os demais pontos, o crescimento da condutividade deve estar relacionado ao aumento de material proveniente de esgoto doméstico e sua decomposição (ESTEVES, 1988), que ocorre com a liberação de íons na água.

Os valores médios para quatro anos, apresentados na Tabela 22, mostram variações positivas em todos os períodos considerados, confirmando a tendência ascendente verificada no ponto AI 03. A variação desses valores no período 1997-2000 sobre 1983-1984 foi de 196%, com um incremento de 165 $\mu\text{S/cm}$.

Tabela 22. Condutividade na sub-bacia Palmital

Condutividade	Período	Valor mínimo ($\mu\text{S/cm}$)	Valor médio ($\mu\text{S/cm}$)	Valor máximo ($\mu\text{S/cm}$)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão ($\mu\text{S/cm}$)
Ponto AI 03	1983-1984	56,00	84,36	112,00		18,30
	1985-1988	81,00	143,08	200,00	69,60	34,65
	1989-1992	72,00	158,05	206,00	10,47	35,95
	1993-1996	101,00	173,47	276,00	9,75	42,91
	1997-2000	104,00	249,94	568,00	44,09	120,45
Var. no Período	1983-2000	48,00	165,58	456,00	196,27	
Ponto AI 42	1991-1992	43,00	131,70	166,00		37,35
	1993-1996	102,00	158,37	221,00	20,25	33,28
	1997-2000	32,00	218,60	554,00	38,03	106,86
Var. no Período	1991-2000	-11,00	86,90	388,00	65,98	
Ponto AI 47	1993-1996	72,00	112,86	146,00		24,42
	1997-2000	83,00	175,11	343,00	55,16	80,03
Var. no Período	1993-2000	11,00	62,25	197,00	55,16	
Ponto AI 46	1993-1996	111,00	170,71	200,00		30,23
	1997-2000	133,00	182,11	210,00	6,68	26,67
Var. no Período	1993-2000	22,00	11,40	10,00	6,68	

Para os períodos consecutivos de 1993-1996 e 1997-2000, que engloba o crescimento acelerado observado nos gráficos, as variações médias para os pontos AI 03, AI 42 e AI 47 foram de 44%, 38% e de 55%, passando de 173,47 $\mu\text{S/cm}$ para 249,94 $\mu\text{S/cm}$, de 158,37 $\mu\text{S/cm}$ para 218,60 $\mu\text{S/cm}$ e de 112,86 $\mu\text{S/cm}$ para 175,11 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente.

A menor variação relativa, de 6,7%, refere-se ao ponto AI 46. Os menores valores médios de condutividade nos últimos oito anos, entretanto, ocorreram no ponto AI 47.

A Resolução CONAMA 20 não estabelece, para este indicador, limites para as diferentes classes de rios. McCUTCHEON et al. (1993) indicam como típico para rios e córregos, o valor de 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C.

Esse valor de condutividade é superado pelos valores médios em todo o período de monitoramento, em todos os pontos, observando-se apenas alguns valores mínimos inferiores à mesma. Para o período 1997-2000, os valores médios variaram de 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (AI 47) a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (AI 03), ou seja, de 150% a 257% maiores que o valor típico sugerido.

Embora a correlação com o fosfato seja forte, as variações totais são inferiores às daquele parâmetro. Os valores de desvio padrão são todos inferiores às médias correspondentes, chegando, nos pontos AI 03, AI 42 e AI 47, a cerca de 50% das mesmas no período de 1997 a 2000 quando, a exemplo do fosfato, ocorre um crescimento mais acentuado da condutividade (ver Gráfico 6, de 1998 a 2000).

5.3.1.6. Nitrogênio Kjeldahl e nitrogênio total

O nitrogênio Kjeldahl vem sendo monitorado, no ponto AI 03, desde 1983, apresentando uma lacuna nos anos de 1989 e 1990, enquanto os nitratos e nitritos, aqui utilizados para a obtenção dos parâmetros de nitrogênio total, tiveram seus valores registrados a partir de 1991.

Percebe-se que, embora apresentem variações próprias, a adição de nitratos e nitritos não altera o comportamento geral verificado para os valores médios anuais do nitrogênio Kjeldahl, conforme pode ser visto nos gráficos 7 e 8.

Gráfico 7. Evolução do nitrogênio Kjeldahl na sub-bacia do rio Palmital

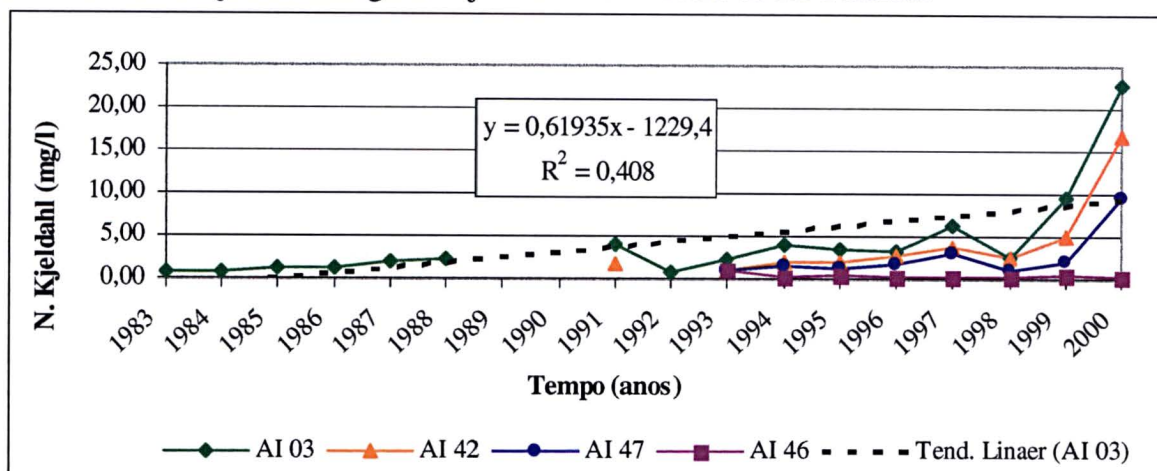
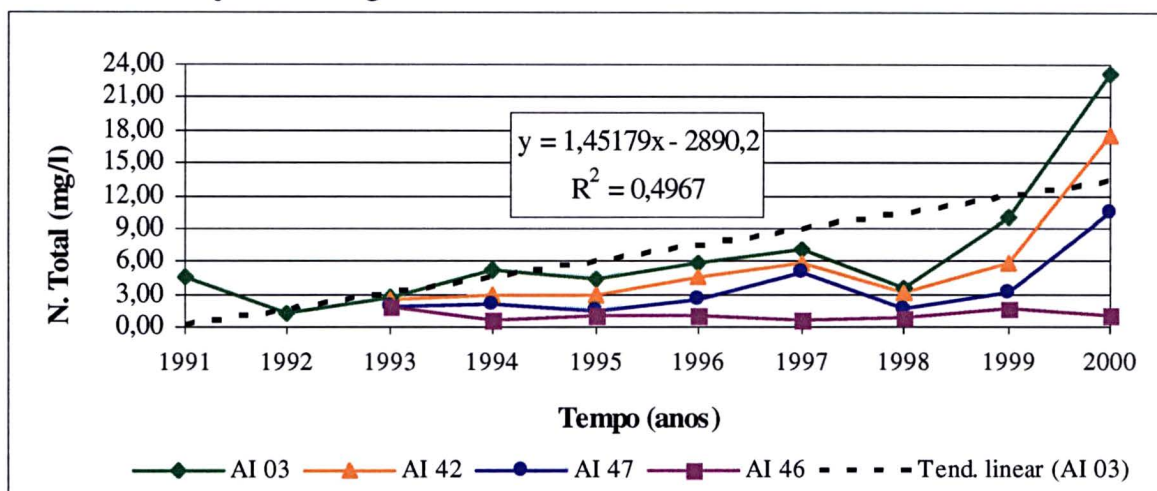


Gráfico 8. Evolução do nitrogênio total na sub-bacia do rio Palmital



Esse comportamento geral, comum aos indicadores desse conjunto, com algumas variações, caracteriza-se por apresentar: uma linha de tendência crescente no ponto AI 03, junto à foz do Palmital no rio Irai; parâmetros crescentes de montante para jusante, proporcionalmente à degradação da região em que se encontra o ponto de monitoramento; e um crescimento acentuado do indicador nos últimos anos, principalmente após 1998, relacionado ao crescimento populacional e à ocupação de áreas críticas, conforme exposto anteriormente, nos pontos AI 03, AI 42 e AI 47, enquanto se observa, no ponto AI 46, uma leve tendência de queda.

Tais comportamentos podem ser observados também numericamente, nas tabelas 23 e 24, onde estão apresentados os valores mínimos, médios e máximos considerando-se períodos de quatro anos.

Tabela 23. Nitrogênio Kjeldahl na sub-bacia Palmital

Nitrogênio Kjeldahl	Período	Valor mínimo (mg/l)	Valor médio (mg/l)	Valor máximo (mg/l)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (mg/l)
Ponto AI 03	1983-1984	0,25	0,73	1,41		0,32
	1985-1988	0,24	1,61	3,38	121,41	0,81
	1989-1992	0,75	2,34	3,92	44,65	2,24
	1993-1996	0,31	3,50	7,93	49,83	1,79
	1997-2000	0,92	11,42	60,05	226,44	13,62
Var. no Período	1983-2000	0,67	10,69	58,64	1466,49	
Ponto AI 42	1991-1992	0,98	1,74	3,14		1,22
	1993-1996	0,62	2,27	4,84	30,71	1,27
	1997-2000	1,54	6,86	37,60	202,20	8,24
	Var. no Período	0,56	5,12	34,46	295,01	
Ponto AI 47	1993-1996	0,85	1,46	2,78		0,66
	1997-2000	0,74	4,60	13,13	214,30	4,39
	Var. no Período	-0,11	3,13	10,35	214,30	
Ponto AI 46	1993-1996	0,11	0,39	1,02		0,32
	1997-2000	0,15	0,28	0,74	-28,47	0,19
	Var. no Período	0,04	-0,11	-0,28	-28,47	

Tabela 24. Nitrogênio total na sub-bacia Palmital

Nitrogênio Total	Período	Valor mínimo (mg/l)	Valor médio (mg/l)	Valor máximo (mg/l)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (mg/l)
Ponto AI 03	1991-1992	1,33	2,99	4,65		2,35
	1993-1996	1,90	5,25	13,07	75,73	2,33
	1997-2000	2,08	12,15	60,22	131,45	13,33
Var. no Período	1991-2000	0,76	9,16	55,58	306,73	
Ponto AI 42	1991-1992	1,18	2,81	5,55		2,39
	1993-1996	1,39	3,58	6,85	27,40	1,59
	1997-2000	2,52	8,18	38,45	128,46	8,09
	Var. no Período	1,34	5,37	32,89	191,06	
Ponto AI 47	1993-1996	1,54	2,20	3,12		0,55
	1997-2000	1,66	5,81	13,85	164,48	4,54
	Var. no Período	0,12	3,62	10,73	164,48	
Ponto AI 46	1993-1996	0,51	1,04	1,88		0,47
	1997-2000	0,51	0,93	1,57	-10,22	0,33
	Var. no Período	-0,01	-0,11	-0,31	-10,22	

No ponto AI 03, as variações do valor médio são todas positivas nos respectivos períodos de monitoramento, apresentando, para o nitrogênio Kjeldahl, um incremento total de 10,69 mg/l, que representa um acréscimo de 1466%. Para o nitrogênio total esse incremento foi de 307% ou 9,16 mg/l.

Para a bacia como um todo, os valores médios diminuem do ponto AI 03 para o AI 46, e verificam-se os acentuados crescimentos desses parâmetros no período 1997-2000 sobre 1993-1996 nos pontos AI 03, AI 42 e AI 47, de 226%, 202% e 214% para o nitrogênio Kjeldahl, atingindo 11,42 mg/l, 6,86 mg/l e 4,60 mg/l, e de 131%, 128% e 164% para o nitrogênio total, chegando a 12,15 mg/l, 8,18 mg/l e 5,81 mg/l, respectivamente. No ponto AI 46 as variações desses parâmetros foram negativas, de -28% e de -10%.

Nos vegetais e animais, o nitrogênio encontra-se na forma orgânica. Na água transforma-se rapidamente em nitrogênio amoniacal, passando depois para nitritos e finalmente nitratos. Maior concentração de nitrogênio orgânico ou amônia indica poluição recente, e do nitrato, poluição antiga.

O Nitrogênio Kjeldahl é resultado da soma do nitrogênio orgânico e do amoniacal, presentes em detritos oriundos de atividades biológicas naturais. Seu nível pode indicar a poluição recente de cursos de água por matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

A Resolução CONAMA 20 não estabelece limite específico para o nitrogênio Kjeldahl ou total, para as diferentes classes de rios. Fixa, apenas, valores para alguns dos componentes dos mesmos: 0,02 mg/l, 10 mg/l e 1,0 mg/l para amônia, nitrato e nitrito, respectivamente, em rios Classe 2.

Embora tenham sido apresentados apenas os gráficos e tabelas referentes ao nitrogênio Kjeldahl (orgânico e amoniacal), em função do maior período de monitoramento, e total (Kjeldahl, nitrito e nitrato), por resumir o comportamento do elemento na sub-bacia, os valores médios anuais desses componentes foram utilizados para análise e estão apresentados no Anexo 2.

O limite de 0,02 mg/l, estabelecido pelo CONAMA para o nitrogênio amoniacal, é superado por todos os valores médios disponíveis, em todos os pontos de monitoramento, incluindo o AI 46, em área mais preservada, na sub-bacia Tumiri, chegando a 13,53 mg/l no ponto AI 03 no ano 2000, ou seja, mais de 670 vezes esse limite. No ponto AI 42, esse valor

foi de 9,70 mg/l no mesmo ano. Valores menores foram observados no ponto AI 46, variando entre 0,03 mg/l e 2,03 mg/l.

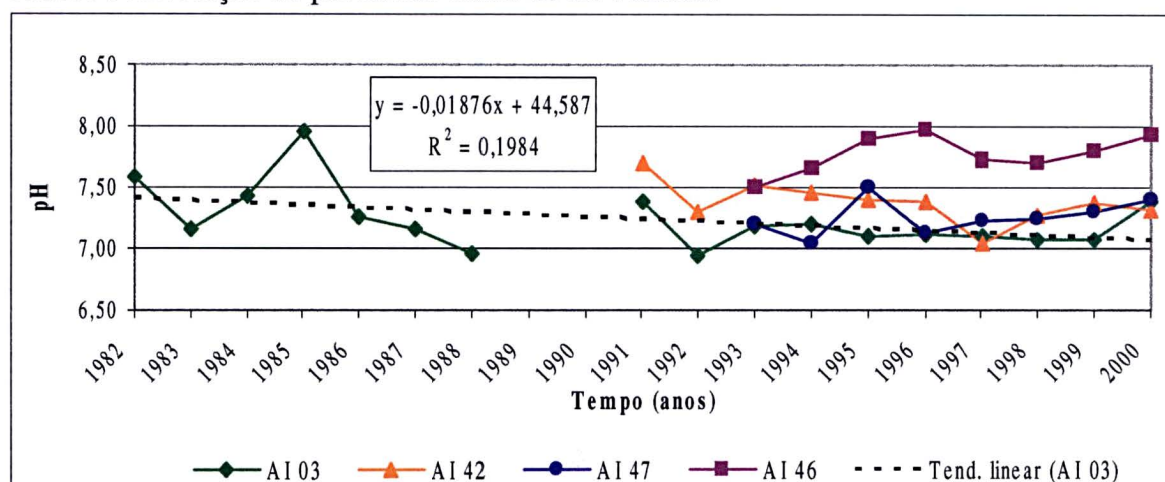
Já para os nitratos e nitritos, os valores médios anuais encontram-se todos abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA, mostrando que os problemas na sub-bacia do Palmital estão relacionados à poluição recente, através do lançamento contínuo de esgoto doméstico em quantidade maior que a capacidade de depuração do rio, de pequeno porte, reflexo da ocupação desordenada, inclusive de áreas críticas para a preservação, sem a devida infraestrutura urbana.

Analogamente ao fosfato, com o qual possuem forte correlação, os valores de desvio padrão obtidos para o nitrogênio Kjeldahl e total são altos, representando parcela considerável dos respectivos valores médios. São superiores à média no período de 1997 a 2000, nos pontos AI 03 e AI 42. Considerando-se os pontos AI 03, AI 42 e AI 47, os maiores valores de desvio padrão no último período, que engloba os anos de maior crescimento desses parâmetros (ver Gráficos 7 e 8, de 1998 a 2000), indicam a evolução dos mesmos como uma das causas das grandes dispersões observadas.

5.3.1.7. pH

O Gráfico 9 mostra que a variação do pH ao longo de 19 anos de monitoramento (1982 a 2000) foi pequena. Para o ponto AI 03, verifica-se uma oscilação mais acentuada no período de 1982 a 1988, atingindo um valor médio próximo de oito em 1985 e inferior a sete em 1988. Mesmo com a ausência de dados para os anos de 1989 e 1990, pode-se observar uma tendência ligeiramente decrescente do parâmetro para esse ponto.

Gráfico 9. Evolução do pH na sub-bacia do rio Palmital



Não se observam, nos demais pontos, tendências muito consistentes de evolução. Pode-se dizer que para o ponto AI 42, o primeiro a montante e mais próximo do AI 03, ainda em área intensamente ocupada, houve também um ligeiro decréscimo. Já nos pontos AI 47 e AI 46, mais a montante, em áreas de menor ocupação, nos rios Cachoeira e Tumiri, respectivamente, os parâmetros mantiveram-se relativamente constantes ou com pequeno crescimento.

A análise dos valores médios em períodos de quatro anos, apresentados na Tabela 25, mostra variações inferiores a 4% entre períodos consecutivos, indicando a pequena variação do pH ao longo do tempo em todos os pontos de monitoramento.

Tabela 25. pH na sub-bacia Palmital

pH	Período	Valor mínimo (unid. pH)	Valor médio (unid. pH)	Valor máximo (unid. pH)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (unid. pH)
Ponto AI 03	1982-1984	6,60	7,39	8,60		0,48
	1985-1988	6,30	7,35	8,90	-0,56	0,57
	1989-1992	6,60	7,08	8,10	-3,57	0,38
	1993-1996	6,70	7,16	7,40	1,02	0,19
	1997-2000	6,70	7,18	7,60	0,37	0,25
Var. no Período	1982-2000	0,10	-0,20	-1,00	-2,77	
Ponto AI 42	1991-1992	6,90	7,46	8,00		0,35
	1993-1996	6,90	7,45	7,90	-0,18	0,26
	1997-2000	6,60	7,21	7,50	-3,25	0,25
Var. no Período	1991-2000	-0,30	-0,26	-0,50	-3,42	
Ponto AI 47	1993-1996	7,00	7,17	7,50		0,16
	1997-2000	7,00	7,30	7,60	1,79	0,21
Var. no Período	1993-2000	0,00	0,13	0,10	1,79	
Ponto AI 46	1993-1996	7,50	7,80	8,20		0,24
	1997-2000	7,50	7,80	8,10	0,00	0,20
Var. no Período	1993-2000	0,00	0,00	-0,10	0,00	

De forma geral, cabe observar que os valores médios são todos superiores a sete, refletindo a geologia local, com presença de rochas calcáreas que liberam, em contato com a água, íons de cálcio, magnésio, carbonato (CO_3^-) e hidróxido (OH^-), elevando os níveis de pH (Ex: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$) (LLARULL, 2000; BANDOSZ, 2003). A exploração industrial dessas rochas, a noroeste e leste da Sede do município de Colombo, na região em que se insere o alto curso do rio Tumiri, pode estar intensificando esse processo.

A tendência ligeiramente descendente do pH para os pontos AI 42 e AI 03, situados em áreas de ocupação mais densa, na porção sul da sub-bacia, pode estar associada a outros poluentes relacionados à presença humana, principalmente o lançamento de esgotos domésticos (VON SPERLING, 1996 e BIZZONI, 2000). A diminuição dos valores de pH está associada a concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos como ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético, além de ácido carbônico, formados, principalmente, pela atividade metabólica dos microorganismos aquáticos decompositores de matéria orgânica (ESTEVES, 1988).

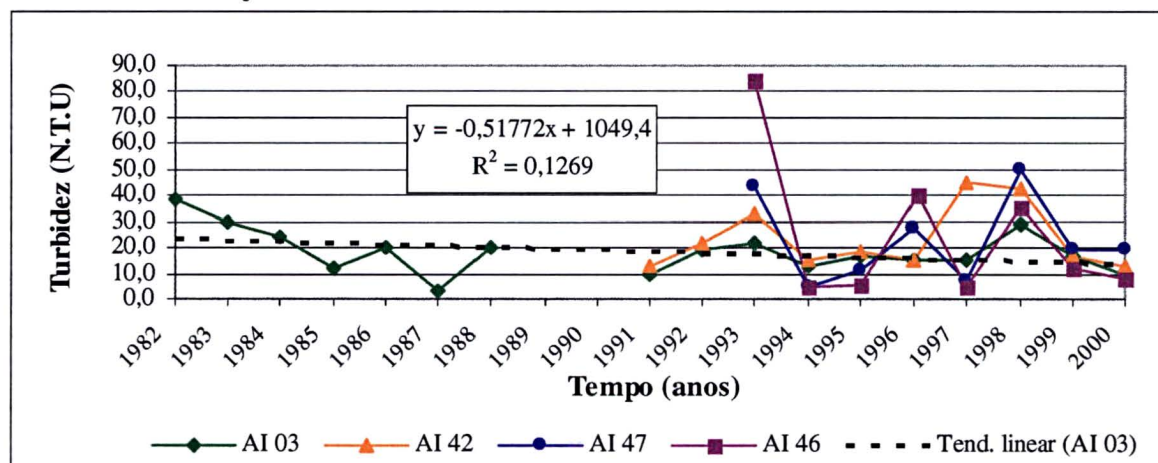
Os valores registrados de pH, incluindo os mínimos e os máximos, encontram-se, todos, dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2, entre 6 e 9.

Refletindo as pequenas variações médias registradas e a ausência de uma tendência nítida de evolução, observam-se baixos valores de desvio padrão, todos inferiores a 10% dos valores médios correspondentes.

5.3.1.8. Turbidez

Embora apresente uma tendência global ligeiramente decrescente, a análise da turbidez no ponto AI 03, apresentada no Gráfico 10, mostra um período inicial, de 1982 a 1987, nitidamente decrescente, e outro, de 1991 a 2000, com comportamento relativamente estável. Tal comportamento é contraditório com a explosão demográfica e ocupação desordenada verificada na região onde se insere o referido ponto, limítrofe a Curitiba, sem a correspondente melhoria da infra-estrutura urbana, que poderia levar a uma turbidez maior, uma vez que tais fatores tendem a aumentar a carga de substâncias em suspensão, conforme mostrado por outros parâmetros analisados, como fosfato e nitrogênio. É contraditório, também, com informações obtidas junto a moradores locais, segundo os quais as águas eram mais cristalinas em um passado recente. Pode-se citar, como possíveis causas dessa contradição, falhas de amostragem por não se verificar uma regularidade nas coletas, problemas na determinação desse parâmetro e a grande influência da ocorrência ou não de chuvas no período anterior à coleta.

Gráfico 10. Evolução da turbidez na sub-bacia do rio Palmital



Nos demais pontos ocorrem oscilações maiores que no AI 03, considerando-se o período comum de monitoramento. Tais oscilações são maiores à medida que se desloca para montante, reduzindo-se a área de drenagem e aumentando, aparentemente, a sensibilidade a mudanças na forma de ocupação, obras junto às margens ou no próprio leito do rio ou, ainda a ocorrência de chuvas ou estiagens, de modo que as maiores variações ocorrem para os pontos AI 47 e AI 46, nos rios Cachoeira e Tumiri, respectivamente.

Aumentos da turbidez estão associados a alterações no ambiente, como a retirada da cobertura vegetal e a movimentação de terra para realização de obra, o que leva a erosão do solo. A entrada de esgoto ao longo da bacia, também aumenta esses valores, causando prejuízos à qualidade da água e ao ambiente (AZEVEDO NETTO et al., 1987; BATTALHA e PARLATORE, 1977 e CETESB, 2002).

A Tabela 26 mostra, para o ponto AI 03, uma queda de 49% no parâmetro médio de turbidez do período 1985-1988 sobre o de 1982-1984, seguido de períodos com pequenas variações.

Tabela 26. Evolução da turbidez na sub-bacia Palmital

Turbidez	Período	Valor mínimo (n.t.u)	Valor médio (n.t.u)	Valor máximo (n.t.u)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (n.t.u)
Ponto AI 03	1982-1984	9,60	31,39	72,00		18,37
	1985-1988	2,50	15,89	39,00	-49,39	10,02
	1989-1992	1,60	16,12	64,00	1,48	13,75
	1993-1996	4,50	17,35	46,00	7,63	11,22
	1997-2000	5,00	17,24	44,00	-0,64	10,47
Var. no Período	1982-2000	-4,60	-14,15	-28,00	-45,07	
Ponto AI 42						
	1991-1992	3,50	18,06	57		15,10
	1993-1996	3,80	21,63	200,00	19,77	34,91
	1997-2000	3,00	32,20	240,00	48,87	54,15
Var. no Período	1991-2000	-0,50	14,14	183,00	78,29	
Ponto AI 47						
	1993-1996	3,90	20,71	70,00		25,76
	1997-2000	4,00	22,22	72,00	7,28	20,76
Var. no Período	1993-2000	0,10	1,51	2,00	7,28	
Ponto AI 46						
	1993-1996	4,50	31,26	84,00		36,01
	1997-2000	3,00	13,44	60,00	-56,99	17,73
Var. no Período	1993-2000	-1,50	-17,81	-24,00	-56,99	

Na mesma tabela observa-se, no ponto AI 42, a jusante da área de maior densidade populacional da sub-bacia em Colombo, um forte crescimento do valor médio da turbidez no período 1997-2000 sobre o de 1993-1996, de 48%, e valores máximos muito superiores aos observados nos demais pontos, mostrando um comportamento mais próximo do esperado, como o aumento de outros parâmetros como fosfato e nitrogênio.

Ainda com relação aos valores médios em períodos de quatro anos, verifica-se um pequeno crescimento para o ponto AI 47 e uma queda mais significativa, de 57%, para o AI 46.

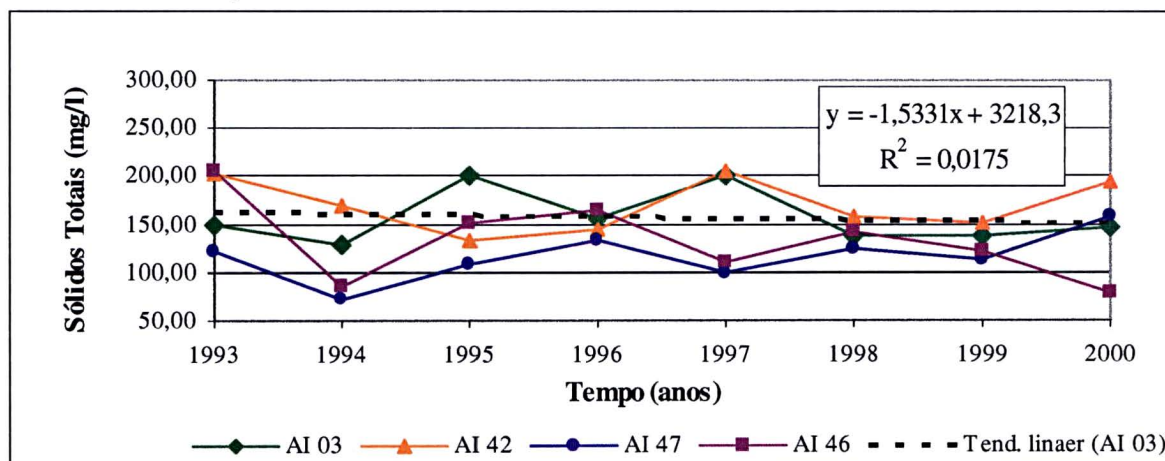
A Resolução CONAMA 20 estabelece, para rios de Classe 2, o limite de 100 n.t.u para o parâmetro de turbidez. Embora se observem valores máximos superiores a esse limite no ponto AI 42, com 200 n.t.u no período 1993-1996 e 240 n.t.u em 1997-2000, os valores máximos nos demais pontos, bem como os valores médios anuais apresentados no Gráfico 10, encontram-se dentro da faixa estabelecida para todo o período analisado.

Sem uma tendência nítida de evolução mas com grandes oscilações ao longo do tempo (ver Gráfico 10), os valores do desvio padrão são elevados, representando parcelas consideráveis dos valores médios correspondentes, chegando a superá-los nos pontos AI 42, AI 47 e AI 46.

5.3.1.9. Sólidos totais

Conforme se observa no Gráfico 11, a linha de tendência para o ponto AI 03 apresenta-se sub-horizontal e ligeiramente decrescente, embora os valores médios anuais tenham sofrido oscilações significativas ao longo do tempo. Essa tendência, de relativa estabilidade durante a década de 1990, é semelhante à verificada para a turbidez, com a qual possui ligação.

Gráfico 11. Evolução dos sólidos totais na sub-bacia do rio Palmital



Oscilações das médias anuais são verificadas também para os demais pontos, não sendo definidas tendências muito claras de evolução. Nos pontos AI 42 e AI 47 observam-se leves tendências de crescimento, enquanto no ponto AI 46 a tendência é de redução. As maiores oscilações, a exemplo da turbidez, correspondem ao ponto AI 46, situado no trecho de montante da sub-bacia.

Os valores médios para períodos de quatro anos, apresentados na Tabela 27 mostram, de forma análoga à da turbidez, pequenas variações para os pontos AI 03 e AI 47, e uma queda mais significativa, de 20%, para o AI 46. O maior crescimento, de 18%, corresponde ao ponto AI 42, para o qual foram registrados a maior média, de 182,71 mg/l, e o maior valor, de 505 mg/l, de toda a sub-bacia.

Tabela 27. Sólidos totais na sub-bacia Palmital

Sólidos Totais	Período	Valor mínimo (mg/l)	Valor médio (mg/l)	Valor máximo (mg/l)	Variação do valor médio (%)	Desvio Padrão (mg/l)
Ponto AI 03	1993 -1996	69,00	156,09	275,00		58,47
	1997-2000	125,00	161,57	383,00	3,51	65,21
Var. no Período	1991-2000	56,00	5,48	108,00	3,51	
Ponto AI 42	1993- 1996	63,00	154,32	292,00		60,57
	1997-2000	103,00	182,71	505,00	18,40	93,18
Var. no Período	1991-2000	40,00	28,39	213,00	18,40	
Ponto AI 47	1993-1996	62,00	111,14	210,00		48,20
	1997-2000	86,00	116,71	161,00	5,01	30,69
Var. no Período	1991-2000	24,00	5,57	-49,00	5,01	
Ponto AI 46	1993-1996	81,00	146,43	297,00		80,32
	1997-2000	80,00	117,14	145,00	-20,00	25,35
Var. no Período	1991-2000	-1,00	-29,29	-152,00	-20,00	

De uma forma geral, pode-se dizer que os valores analisados encontram-se, todos, dentro do limite estabelecido para os sólidos dissolvidos totais na Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2, de 500 mg/l.

Tal constatação não condiz com as condições sanitárias críticas observadas na sub-bacia e refletida no comportamento verificado para os diversos indicadores analisados, mostrando um elevado grau de poluição, uma vez que a carga total de sólidos é composta por todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos (BRANCO, 1983). A exemplo da turbidez, falhas de amostragem, problemas na determinação desse parâmetro e a ocorrência ou não de chuvas no período que precede a coleta podem ser citados como possíveis causas dessa contradição.

Também sem uma tendência nítida em sua evolução e com oscilações significativas ao longo do tempo, embora proporcionalmente menores que as verificadas para a turbidez, os valores de desvio padrão obtidos para os sólidos totais são todos inferiores aos das médias correspondentes.

5.3.2. Tendências de evolução da qualidade da água

O rio Palmital drena, em seu trecho de montante, áreas relativamente bem preservadas, a região do alto Palmital, mostrando-se ainda com águas límpidas, conforme foto 2 apresentada no Anexo 5.

Nos reconhecimentos de campo efetuados, foram observadas alterações na coloração e aspecto da água nas proximidades da foz do rio Tumiri, com afluentes provenientes de Monte Castelo, ocupação urbana com mais de 8000 pessoas (IBGE, 2002), sem rede de esgoto e com diversas áreas de invasão (fotos 3 e 5, Anexo 5). O próprio Tumiri, cujas nascentes estão próximas da sede do município de Colombo, contribui para essa mudança (foto 1, Anexo 5). O ponto de coleta AI 46 situa-se nesse rio, próximo à sua foz no Palmital.

Tais alterações agravam-se ao longo do trecho compreendido entre a foz do Tumiri e a do Cachoeira, tornando-se mais evidentes com a contribuição desse último, cujos afluentes da margem direita drenam áreas densamente ocupadas de São Gabriel, Monza e Santa Terezinha, também sem rede de esgoto e com sérios problemas de ocupações irregulares (fotos 6 e 8, Anexo 5). O ponto de coleta AI 47 situa-se no rio Cachoeira, próximo à sua foz no Palmital.

A jusante, até a sua foz no rio Irai, o Palmital percorre áreas degradadas e densamente povoadas, limítrofes a Curitiba, passando por ocupações irregulares como as localizadas em Santa Terezinha, Eucaliptos e Guaraituba, ao longo de suas margens, e de Vila Liberdade e Vila Zumbi, em áreas de várzeas, todas em Colombo, e em Sete Vilas em Pinhais (fotos 7 e 9 a 15, Anexo 5). O ponto AI 42 situa-se próximo à divisa entre Colombo e Pinhais e o AI 03 próximo à foz, ambos no curso principal do Palmital.

Para esse último ponto foi analisada, através de regressão linear, a relação entre os parâmetros analisados (Tabela 15, pág. 73), obtendo-se correlações positivas fortes entre o fósforo total, a DBO_5 , a condutividade, o nitrogênio Kjeldahl e o nitrogênio total, todos crescentes com o nível de poluição. As melhores correlações negativas foram obtidas para o OD, com o fósforo total, os coliformes totais, a DBO_5 , a condutividade, o nitrogênio Kjeldahl e o nitrogênio total, confirmando a tendência de redução do nível de OD com o aumento da carga de poluentes. O pH, a turbidez e os sólidos totais, com tendências de evolução menos notáveis, apresentaram fracas correlações com os demais parâmetros em análise.

De uma forma geral, os parâmetros de qualidade da água analisados retratam o cenário descrito, tanto na evolução ao longo do tempo como nas alterações à medida que as águas percorrem a sub-bacia.

Assim, as linhas de tendência apresentadas para o fosfato total, coliformes total e fecal, DBO₅, condutividade, nitrogênio Kjeldahl e nitrogênio total são todas nitidamente crescentes para o ponto AI 03, situado mais a jusante e por isso representativo do comportamento global da sub-bacia, e com maior período de monitoramento. Esses indicadores são, todos, crescentes com o nível de poluição. Observando-se também os seus comportamentos nos demais pontos de coleta, percebe-se, em geral, um crescimento mais acentuado nos últimos anos, além de uma diminuição dos mesmos conforme se desloca para montante acompanhando o nível de degradação da região em que se encontra. No ponto AI 46, extremo de montante, alguns indicadores, como coliformes, DBO₅ e nitrogênio, chegam a mostrar uma tendência declinante.

Com relação à Resolução CONAMA 20, os valores médios quadrienais levantados para o fosfato e coliformes superam, em muito, os limites estabelecidos para rios de Classe 2, caso do Palmital, mostrando o estado preocupante em que o mesmo se encontra. Para o fosfato, o valor médio no ponto AI 03 foi de 0,064 mg/l já no período inicial de 1982-1984, superando em 156% o limite estabelecido de 0,025 mg/l. O aumento desse valor médio do período final, 1997-2000, sobre o inicial foi de 0,896 mg/l, um crescimento de mais de 1400%. Para os coliformes totais e fecais, os valores médios do período final, mesmo subestimados, chegam a ultrapassar os limites de 5.000 nmp/100ml e 1.000 nmp/100ml em cerca de 180 e 295 vezes, respectivamente, no ponto AI 03. Os valores médios desses três parâmetros superam os respectivos limites em todos os pontos e em todo o período de monitoramento, exceto no último período no ponto AI 46 para os coliformes fecais.

Embora com valores médios menos discrepantes, o limite de 5,0 mg/l estabelecido pela Resolução CONAMA 20 para o DBO₅ vem sendo superado desde o início da década de 1990, nos pontos AI 03 e AI 42, atingindo valores médios de 11,96 mg/l e 11,11 mg/l, respectivamente, no período 1997-2000.

Tal Resolução não estabelece, para a condutividade, limites para as diferentes classes de rios. McCUTCHEON et al. (1993) indicam como típico para rios e córregos, o valor de 70 µS/cm a 25 °C, que é superado pelos valores médios em todo o período de monitoramento, em

todos os pontos. Para o período 1997-2000, os valores médios variaram de 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (AI 47) a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (AI 03), ou seja, de 150% a 257% maiores que o valor típico sugerido.

Com incrementos totais no período de monitoramento no ponto AI 03 de 10,69 mg/l e de 9,16 mg/l, que representam um acréscimo de 1466% e de 307%, respectivamente, os parâmetros de nitrogênio Kjeldahl e total atingiram, no período 1997-2000, valores médios de 11,42 mg/l e 12,15 mg/l.

A Resolução CONAMA 20 não estabelece limite específico para o nitrogênio Kjeldahl ou total. Fixa, entretanto, valores máximos para amônia, nitrato e nitrito, em 0,02 mg/l, 10 mg/l e 1,0 mg/l, respectivamente, em rios Classe 2. O limite para o nitrogênio amoniacal é superado por todos os valores médios anuais disponíveis, em todos os pontos de monitoramento, chegando a atingir 13,53 mg/l no ponto AI 03 em 2000. Já para os nitratos e nitritos, os valores médios anuais encontram-se todos abaixo dos limites, mostrando que os problemas na sub-bacia do Palmital estão relacionados à poluição recente, basicamente através do lançamento contínuo de esgoto doméstico.

Os valores de desvio padrão, avaliados para o fosfato total, DBO_5 e os nitrogênios Kjeldahl e total, para cada período considerado, mostraram-se elevados, superando, em alguns casos, o valor médio correspondente. Nos pontos AI 03, AI 42 e AI 47, os maiores valores de desvio padrão ocorreram no período de 1997 a 2000, que englobam os anos de maior crescimento desses parâmetros, indicando que as grandes dispersões se devem, em parte à evolução dos mesmos ao longo do tempo.

Embora com todos os valores inferiores às médias nos períodos analisados, observa-se, também para a condutividade, desvios padrão mais elevados no último período, associados a um maior crescimento desse parâmetro.

Para os coliformes totais e fecais foram também obtidos valores de desvio padrão elevados, que chegam a superar os respectivos valores médios nos períodos. Observa-se entretanto uma redução dos mesmos quando os valores médios desses parâmetros se aproximam de 1.000.000 nmp/100ml, valor de truncamento no armazenamento dos dados.

Retrata também a realidade de agravamento da degradação, o parâmetro de OD, cujo comportamento, ao contrário do DBO_5 , mostra uma tendência decrescente, acusando o aumento do nível de matéria orgânica nas águas. A redução desse parâmetro à medida que o Palmital recebe as contribuições de afluentes que drenam áreas de maior ocupação urbana,

com infra-estrutura precária, aponta o esgoto doméstico como causa principal da poluição orgânica da sub-bacia. No ponto AI 46, o nível de OD apresenta uma tendência ligeiramente crescente.

Os valores médios de OD levantados mostram que o rio Palmital, em seu trecho inferior, atingiu níveis críticos nos últimos anos, quando confrontados com o limite mínimo de 5 mg/l estabelecido pela Resolução CONAMA 20. Os valores médios para o período 1997-2000 chegaram a 4,33 mg/l no ponto AI 03 e a 5,31 mg/l no AI 42. No ponto AI 03, valores mínimos inferiores ao referido limite têm sido registrados desde a década de 1980.

Com variações inferiores às do fosfato e dos coliformes, os valores de desvio padrão avaliados para o OD representam frações dos correspondentes valores médios. Também para esse parâmetro os maiores desvios ocorrem no período que engloba os anos de 1998 a 2000, de maior decréscimo médio.

Cabe observar que, embora seja usual creditar grande parte do estado de degradação em que se encontra o Palmital ao surgimento, junto à BR 116, da Vila Liberdade e da Vila Zumbi, já se verifica, no ponto AI 47, um considerável nível de poluição, com indicadores apresentando valores médios que se situam entre os encontrados nos pontos AI 42, a jusante das mesmas, e AI 46, mais próximo das cabeceiras.

Considerando-se ainda que, após o ponto AI 47, conforme mostra o Anexo 5, as águas percorrem áreas densamente povoadas e com problemas de infra-estrutura e invasões, como Guaraituba, Monza, Maracanã, Santa Terezinha e Eucaliptos, antes de atingir as referidas ocupações irregulares, pode-se concluir que as mesmas não são as únicas responsáveis pelo estado em que o rio se encontra. Uma análise mais precisa poderia ser efetuada com a implantação de outros pontos de monitoramento no curso principal do Palmital, a montante do AI 42.

Observando-se ainda os parâmetros levantados para o ponto AI 42, nas proximidades da divisa entre Colombo e Pinhais, pode-se dizer que o Palmital chega a este último já bastante poluído, em um nível semelhante ao encontrado no ponto AI 03.

Com relação ao pH, os valores médios registrados encontram-se todos dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2, de 6,0 a 9,0, e as variações verificadas para os mesmos entre períodos consecutivos foram inferiores a 4%. As médias, em geral superiores a sete, refletem a presença de rochas calcáreas na região do alto

Tumiri. A tendência levemente descendente para os pontos situados em áreas de ocupação mais densa, na porção sul da sub-bacia, pode estar associada a outros poluentes relacionados à presença humana, principalmente o esgoto doméstico, cuja decomposição leva à formação de ácidos orgânicos (ESTEVES, 1988). Os valores de desvio padrão obtidos são baixos se comparados aos valores médios de pH nos correspondentes períodos, em função das pequenas variações verificadas.

Ao contrário do que se poderia esperar, levando-se em conta a degradação da sub-bacia com a explosão demográfica, ocupação desordenada e falta de infra-estrutura, os parâmetros de turbidez e de sólidos totais apresentaram, para o ponto AI 03, uma tendência global ligeiramente decrescente. De uma forma geral, os indicadores mantiveram, mesmo com oscilações significativas, uma relativa estabilidade ao longo da década de 1990 em todos os pontos. Os valores médios, em todos os pontos e em todo o período de monitoramento, encontram-se dentro dos limites máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2, de 100 n.t.u para a turbidez, e de 500 mg/l para sólidos totais. Sem uma tendência nítida de evolução mas com oscilações significativas ao longo do tempo, os valores de desvio padrão avaliados para esses parâmetros representam uma parcela considerável dos valores médios correspondentes, chegando a superá-los em alguns casos para a turbidez.

Os elevados níveis de poluição verificados através dos diversos indicadores analisados não foram confirmados por esses parâmetros, embora a carga total de sólidos seja composta por todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos (BRANCO, 1983), e a turbidez esteja associada, por sua vez, aos sólidos em suspensão, mostrando uma situação contraditória. Falhas de amostragem, uma vez que não se verifica uma regularidade nas coletas, problemas na determinação desses parâmetros e a ocorrência de chuvas são possíveis causas dessa situação.

Verifica-se portanto que, dos indicadores analisados, o fosfato total, os coliformes total e fecal e o nitrogênio amoniacal foram superiores aos limites estabelecidos para rios de Classe 2, em todos os pontos e em todo o período de monitoramento, chegando a apresentar valores médios dezenas ou centenas de vezes superiores aos mesmos. Os valores médios de concentração do DBO_5 superaram o limite estabelecido, e os do OD atingiram níveis críticos, considerando-se os últimos anos, particularmente nos pontos situados mais a jusante. Embora não seja definido pela Resolução CONAMA 20 um valor máximo para a condutividade, os

níveis médios registrados são maiores que o valor considerado como típico por. McCUTCHEON et al. (1993), para todos os pontos e em todo o período. Os níveis médios de nitrito e nitrato, bem como o pH, ficaram dentro das faixas exigidas. Com relação à turbidez e aos sólidos totais, os valores médios mostraram-se dentro dos limites estabelecidos, contrariando a evolução de outros parâmetros indicando a deterioração da qualidade da água.

O estado de conservação da sub-bacia, já preocupante principalmente em seu trecho médio e inferior, pode vir a se agravar caso não sejam adotadas ações efetivas de controle da poluição e ordenamento do uso e ocupação do solo, principalmente se consideradas as projeções de crescimento populacional nos municípios da região. Estima-se que a população de Colombo e de Pinhais, em 2010, seja de 380 mil habitantes e de 130 mil habitantes, respectivamente, prevendo-se, para o primeiro, uma das maiores taxas de crescimento da RMC (IPARDES, 2000).

5.4. Doenças relacionadas à água

5.4.1. Doenças em Colombo

No município de Colombo, conforme mostrada nas tabelas 28 e 29, a participação da sub-bacia do Palmital no total de casos de diarreia e hepatite A, com cerca de 54% e 50%, respectivamente, é semelhante à sua participação em termos de população, de 53%, indicando taxas médias de incidência semelhantes.

Tabela 28. Ocorrência de diarreia em Colombo

Local	Diarreia : Ano, Número de Casos e Percentual de Ocorrência							
	2001	%	2002	%	2003	%	Total	%
Sub-bacia Palmital	619	55,6	2086	53,9	905	55,1	3610	54,5
Outras sub-bacias	494	44,4	1784	46,1	736	44,9	3014	45,5
Total	1113	100,0	3870	100,0	1641	100,0	6624	100,0

A proximidade entre as taxas médias de ocorrência dessas doenças, na sub-bacia e no município, pode estar relacionada às características semelhantes de ocupação da vizinha sub-

bacia do rio Atuba, em sua região mais próxima de Curitiba, onde se concentra a outra grande parcela da população de Colombo.

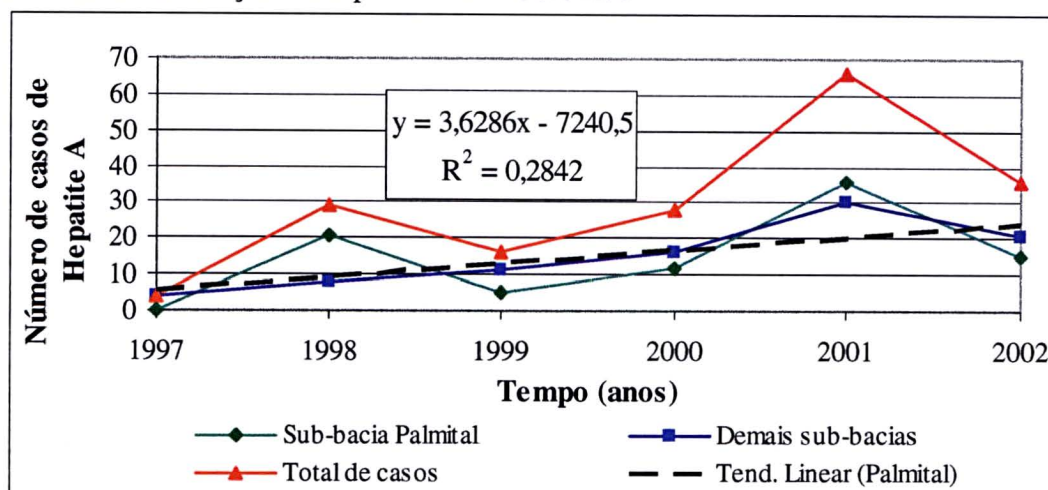
Tabela 29. Ocorrência de hepatite A em Colombo

Local	Hepatite A : Ano, Número de Casos e Percentual de Ocorrência													
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	Total	%
Sub-bacia Palmital	0	0,0	21	72,4	5	31,3	12	42,9	36	54,5	15	41,7	89	49,7
Outras sub-bacias	4	100,0	8	27,6	11	68,8	16	57,1	30	45,5	21	58,3	90	50,3
Total	4	100,0	29	100,0	16	100,0	28	100,0	66	100,0	36	100,0	179	100,0

Com 5.055 casos confirmados e uma população de 9.563.458 habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003; IBGE, 2000), a incidência de hepatite A no Estado do Paraná, no ano de 2000, foi de 52,9 casos por 100.000 habitantes. No mesmo ano foram registrados, no município de Colombo e na parcela da sub-bacia do Palmital contida no mesmo, 15,3 e 12,3 casos para cada 100.000 habitantes, respectivamente. Essas taxas, inferiores à média estadual, podem estar relacionadas a diagnósticos incorretos, pessoas que não procuram ajuda médica ou que procuram outros locais de atendimento, e pela não notificação dos casos atendidos (item 4.2.2), além da sensibilidade das mesmas a imprecisões, devida ao pequeno número de registros para cada ano. Observa-se, ainda, que nos anos de 1999 e 2001, as incidências dessa doença no Estado do Paraná foram de 3.411 e 2.626 casos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003), respectivamente, indicando uma taxa média inferior à do ano 2000, aparentemente atípico.

Embora com esse reduzido número de casos notificados e com as incertezas já citadas, verifica-se uma tendência geral crescente para a hepatite, conforme mostrado no Gráfico 12, retratando, da mesma forma que os parâmetros de qualidade analisados, o crescimento populacional desordenado e a conseqüente degradação do ambiente.

Gráfico 12. Evolução da hepatite A em Colombo



Também com as mesmas incertezas e com um número ainda menor de casos notificados, verifica-se uma grande concentração de ocorrência de leptospirose na área de estudo, conforme pode ser visto na Tabela 30.

Tabela 30. Ocorrência de leptospirose em Colombo

Local	Leptospirose : Ano, Número de Casos e Percentual de Ocorrência											
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%
Sub-bacia Palmital	2	100,0	4	80,0	1	100,0	4	80,0	6	75,0	7	77,8
Outras sub-bacias	0	0,0	1	20,0	0	0,0	1	20,0	2	25,0	2	22,2
Total	2	100,0	5	100,0	1	100,0	5	100,0	8	100,0	9	100,0

A incidência dessa doença no Estado do Paraná, no ano de 2000, foi de 1,24 casos para cada 100.000 habitantes. Para o município de Colombo e na sub-bacia do Palmital foram registrados, no mesmo ano, valores muito superiores a essa média estadual, com 2,7 e 4,1 casos para cada 100.000 habitantes, respectivamente. Cabe observar que, se por um lado esses valores para a sub-bacia estão provavelmente subestimados por razões já expostas (item 4.2.2), o mesmo pode ter ocorrido com relação à taxa de incidência no estado, já que apenas uma pequena parcela do número real de casos é notificada (CIVES, 2003). Além disso, a taxa de incidência do ano de 2000 no Estado do Paraná foi a menor do período de 1993 a 2001 (PARANÁ, 2003).

A proporcionalidade entre a população e o número de casos registrados de diarreia e hepatite A, no município e na sub-bacia, não foi verificada para a leptospirose. A participação

da sub-bacia do Palmital no total de casos de dessa doença em Colombo, de 80% no período de 1997 a 2001, foi maior que a sua participação em termos de população, de 53% no ano de 2000. O elevado número de ocorrências nas ocupações irregulares, particularmente as de Vila Zumbi, Vila Liberdade e Ana Terra (Monza / Santa Terezinha), com 10 casos em um total de 24 notificados para a área da sub-bacia no mesmo período, mostrando a situação precária em que as mesmas se encontram, contribui muito para esse comportamento distinto. A Figura 8, a seguir, ilustra as condições típicas encontradas nas ocupações irregulares da sub-bacia.



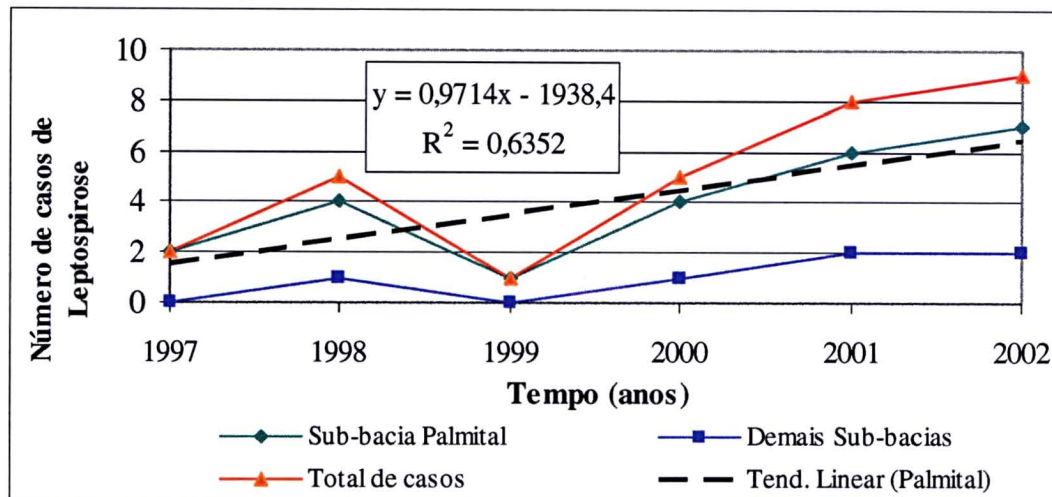
Figura 8. Ocupação irregular de Vila Zumbi, rua Aleixo Schluga, em Colombo.

Mesmo com as imprecisões já mencionadas e a grande sensibilidade das análises às mesmas, em função do número total de notificações, de apenas 30 no período de 1997 a 2000 em todo o município, pode-se observar que a taxa de incidência de leptospirose na área de da sub-bacia foi maior que a verificada em Colombo, indicando maiores deficiências nos serviços de saneamento.

No Gráfico 13, apresentado a seguir, pode-se observar, além da elevada participação da sub-bacia no total do município, a tendência nitidamente crescente do número de casos

registrados de leptospirose, acompanhando, também, a evolução dos níveis de poluição do Palmital constatadas através dos parâmetros de qualidade da água.

Gráfico 13. Evolução da leptospirose em Colombo



As correlações entre os parâmetros de qualidade e as doenças (leptospirose e hepatite A) para o município de Colombo são apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31. Correlação (R) entre os parâmetros de qualidade da água (ponto AI 42) e as doenças em Colombo, período de 1997 a 2000

Colombo	Fosfato total	Coliforme total	Coliforme fecal	Nitrogênio total	Sólidos totais	pH	Turbidez	OD	DBO ₅	Condutividade
Leptospirose	0,25	0,92	0,36	0,39	0,18	0,11	0,08	-0,14	0,18	0,21
Hepatite A	-0,35	0,54	0,08	0,00	-0,45	0,49	0,04	0,22	0,08	-0,15

Não foram verificadas, em geral, boas correlações entre os parâmetros de qualidade da água e as doenças em Colombo. Os melhores coeficientes de correlação para a leptospirose e a hepatite A, de 0,92 e 0,54 respectivamente, foram obtidos com os coliformes totais, parâmetro em que os maiores valores foram truncados no armazenamento dos dados.

Considerando-se os respectivos períodos totais de análise, tanto os gráficos de evolução das doenças como os referentes aos parâmetros de qualidade, de forma geral, mostram tendências no sentido de degradações crescentes. Em períodos menores, entretanto, podem ocorrer comportamentos com sentidos inversos, em função da existência de oscilações

ao longo do tempo, explicando as baixas correlações. No caso dos parâmetros de qualidade, além das variações normais, as oscilações podem ocorrer em função da falta de regularidade na amostragem e do pequeno número de coletas. Para as doenças, o comportamento é sensível a imprecisões nos registros em função do pequeno número de casos, além de sofrer influência de períodos de estiagem/cheia.

5.4.2. Doenças em Pinhais

No ano de 2002, foram notificados no município de Pinhais 776 casos de diarreia, sendo 221 (28,48%) atendidos em hospitais e pronto-socorros, sem registros de endereços dos pacientes. Desconsiderando-se os mesmos, os 168 casos computados para a sub-bacia do Palmital representam 30,3% do total, reduzido, de 555 casos notificados, participação esta semelhante à de sua população no total de habitantes do município, de 35%.

Com relação às incidências de hepatite A e de leptospirose, apresentadas nas tabelas 32 e 33, a participação da sub-bacia do Palmital no total de casos notificados no município de Pinhais, no período de 1997 a 2002, foi de cerca de 35% e de 32%, respectivamente.

Tabela 32. Ocorrência de hepatite A em Pinhais

Local	Hepatite A : Ano, Número de Casos e Percentual de Ocorrência													
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	Total	%
Sub-bacia Palmital	1	14,3	10	30,3	10	30,3	19	33,9	15	44,1	9	40,9	64	34,6
Outras sub-bacias	6	85,7	23	69,7	23	69,7	37	66,1	19	55,9	13	59,1	121	65,4
Total	7	100,0	33	100,0	33	100,0	56	100,0	34	100,0	22	100,0	185	100,0

Considerando-se a parcela da população de Pinhais residente na área da sub-bacia, de 35%, verifica-se que essa mesma participação se repete, aproximadamente, no número total de ocorrências para as três doenças, indicando, também nesse município, que as taxas médias de incidência das mesmas na sub-bacia são representativas para o município como um todo. Tal fato pode estar relacionado, também nesse caso, à semelhança nas características de ocupação nas sub-bacias do Palmital e do Atuba, em suas regiões mais próximas de Curitiba.

Tabela 33. Ocorrência de leptospirose em Pinhais

Local	Leptospirose : Ano, Número de Casos e Percentual de Ocorrência													
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	Total	%
Sub-bacia Palmital	1	25,0	6	40,0	1	16,7	2	50,0	7	30,4	4	23,5	20	31,7
Outras sub-bacias	3	75,0	9	60,0	5	83,3	2	50,0	16	69,6	13	76,5	43	68,3
Total	4	100,0	15	100,0	6	100,0	4	100,0	23	100,0	17	100,0	63	100,0

No ano de 2000, as taxas de incidência de hepatite A e leptospirose, foram de 52,1 e 5,5 casos por 100.000 habitantes na parcela da sub-bacia do Palmital contida em Pinhais, e de 54,4 e 3,9 casos por 100.000 habitantes em todo o município, respectivamente.

A ocorrência de hepatite A, tanto no município de Pinhais como na referida parcela da sub-bacia, é semelhante à verificada no Estado do Paraná, com 52,9 casos por 100.000 habitantes, no mesmo ano. Embora a incidência dessa doença no Estado, conforme exposto nas análises relativas a Colombo, tenha sido menor nos anos de 1999 e 2001, indicando uma taxa média inferior à do ano 2000, tal fato se verifica também no município e na sub-bacia, onde o número de ocorrências nesse ano foi significativamente maior que no restante do período analisado. Mesmo com as possíveis imprecisões e a sensibilidade das análises às mesmas, em função do número relativamente baixo de casos registrados a cada ano, tal fato sugere taxas médias na área de interesse semelhantes às verificadas no Estado.

Com relação à leptospirose, as taxas de incidência no ano de 2000 foram, como em Colombo, muito superiores à verificada no Estado do Paraná, de 1,24 casos para cada 100.000 habitantes. Embora com apenas quatro casos em todo o município nesse ano, o que torna a análise muito sensível a imprecisões, a incidência dessa doença foi maior que a verificada em Colombo, tanto nas áreas da sub-bacia como nos municípios com um todo. Observa-se, entretanto, que no ano de 2000 foram notificados dois casos na parcela da sub-bacia pertencente a Pinhais, de um total de quatro no município, resultando numa participação da sub-bacia acima da média verificada para o período de análise.

O maior parâmetro médio de ocorrência no município de Pinhais, de 3,9 casos por 100.000 habitantes, em relação ao de Colombo, de 2,7 casos por 100.000 habitantes, pode ser relacionado com a geomorfologia do primeiro, com predomínio de planícies e várzeas, suscetíveis a inundações, com baixa declividade e de difícil drenagem natural, das regiões do baixo curso dos rios Atuba, Palmital e Do Meio, além do Irai, do qual são contribuintes. Com populações de 102.985 e de 183.329 habitantes no ano de 2000 (IBGE, 2000),

respectivamente, foram notificados, no período analisado, 63 casos em Pinhais e apenas 30 em Colombo, mostrando a degradação decorrente da ocupação desordenada ocorrida nos últimos anos, em áreas críticas para preservação. Em menor grau, esse fato pode também ser observado para a hepatite A, com 185 casos em Pinhais e 179 em Colombo.

Apesar do baixo número de ocorrências, principalmente para a leptospirose, pode-se observar, nos gráficos 14 e 15, uma tendência geral crescente nos últimos anos, tanto para a hepatite A como para a leptospirose, acompanhando o aumento da degradação verificada através dos indicadores de qualidade da água.

Gráfico 14. Evolução da hepatite A em Pinhais

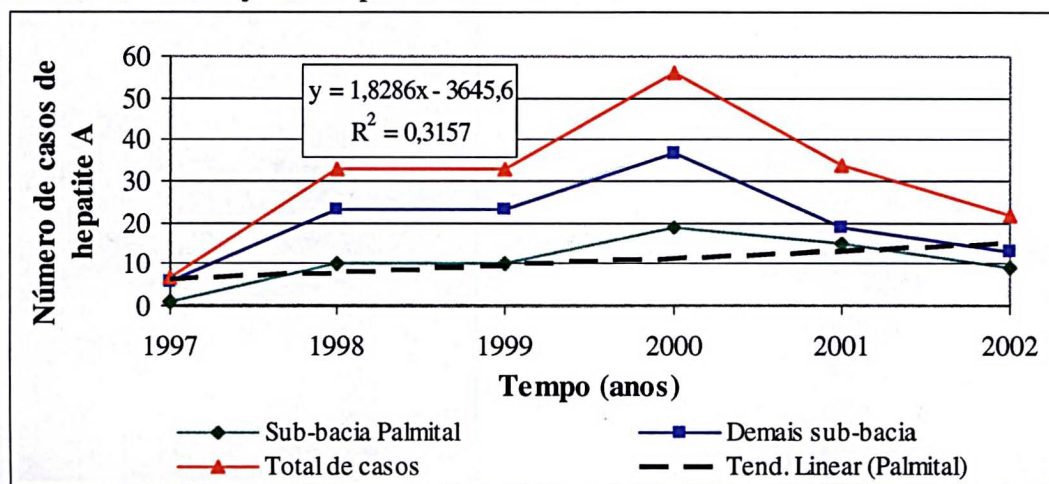
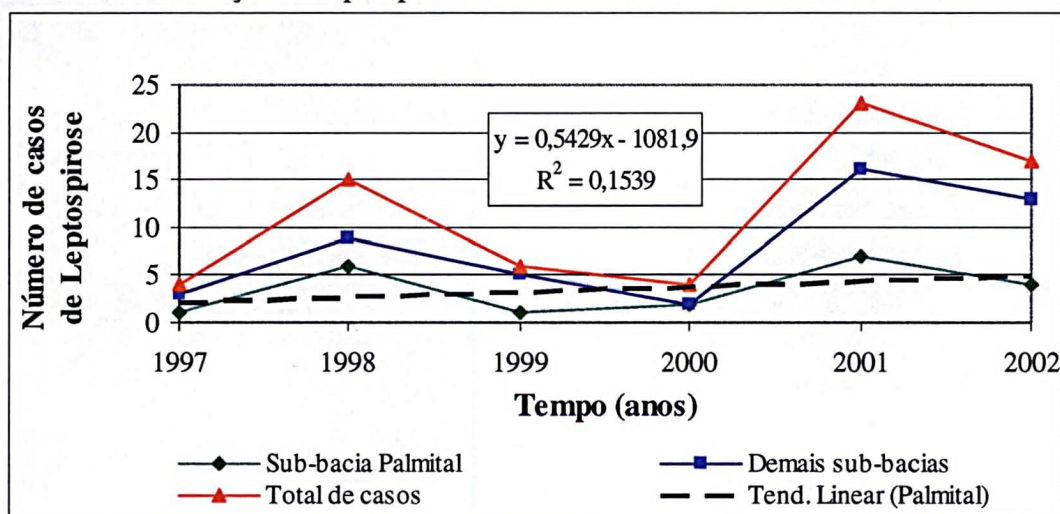


Gráfico 15. Evolução da leptospirose em Pinhais



Na Tabela 34, a seguir, são apresentadas as correlações obtidas entre os parâmetros de qualidade da água e as doenças (leptospirose e hepatite A) para o município de Pinhais.

Tabela 34. Correlação (R) entre os parâmetros de qualidade da água (ponto AI 03) e as doenças em Pinhais, período de 1997 a 2000

Pinhais	Fosfato total	Coliforme total	Coliforme fecal	Nitrogênio total	Sólidos Totais	pH	Turbidez	OD	DBO ₅	Condutividade
Leptospirose	-0,31	-0,28	-0,04	-0,40	-0,46	-0,17	0,83	0,88	-0,34	-0,59
Hepatite A	0,74	-0,86	0,95	0,77	-0,73	0,76	-0,29	-0,26	0,85	0,60

Embora se mostre crescente quando se considera o período de 1997 a 2002, o número de casos de leptospirose apresenta, em função de oscilações e imprecisões analisadas no item 5.4.1, uma tendência de queda nos anos de 1998 a 2000, levando à obtenção de correlações negativas fracas com os principais parâmetros de qualidade da água, em geral crescentes. Os coeficientes de correlação com a turbidez e o OD, de 0,83 e 0,88, respectivamente, não são representativos uma vez que a turbidez não apresenta boa correlação com os demais parâmetros de qualidade, e a tendência decrescente do OD indica degradação crescente.

Já para a hepatite A, mesmo com as oscilações e imprecisões já citadas, foram verificadas correlações positivas fortes com parâmetros importantes de qualidade, demonstrando a existência de relação entre a degradação da qualidade da água por dejetos humanos e o aumento do número de casos de doenças relacionados à água. Os coeficientes de correlação obtidos foram de 0,74 com o fosfato, 0,95 com os coliformes fecais, 0,77 com o nitrogênio total e 0,85 com o DBO₅.

5.4.3. Considerações gerais sobre as doenças

As análises das doenças relacionadas à água foram efetuadas para a diarreia, hepatite A e leptospirose, cujas notificações junto ao Ministério da Saúde são obrigatórias (Portaria n.º 1943 de 18 de outubro de 2001). Para a diarreia, com poucos dados disponíveis tanto em Colombo como em Pinhais, limitou-se à verificação da participação da sub-bacia do Palmital no total de casos registrados nesses municípios.

De forma geral, a participação da sub-bacia no total de casos notificados dessas doenças, no período analisado, mostrou-se semelhante à sua participação na população total dos municípios. Assim, cerca de 53% dos casos verificados em Colombo e 35% dos casos de Pinhais referem-se à sub-bacia do Palmital. Apenas para a leptospirose, em Colombo, tal proporção não foi verificada. Observou-se, para a mesma, uma taxa de incidência da sub-bacia maior que no município como um todo, refletindo a ocupação de áreas de preservação hídrica e deficiências nos serviços de saneamento.

Para a leptospirose, e em menor grau para a hepatite A, foram observadas, no período de 1997 a 2002, taxas médias de ocorrência em Pinhais maiores que em Colombo. Foram notificados, nesse período, 63 casos de leptospirose e 185 de hepatite A em Pinhais, e apenas 30 de leptospirose e 179 de hepatite em Colombo, para populações de 102.985 e de 183.329 habitantes no ano de 2000, respectivamente. Tal fato pode ser relacionado com a geomorfologia do município de Pinhais, com predominância de planícies e várzeas, sujeitas a inundações e de difícil drenagem natural, críticas para a preservação.

Refletindo a degradação do ambiente, verificada através dos parâmetros de qualidade da água analisados, o número de ocorrências de hepatite A e leptospirose mostraram tendências crescentes para os dois municípios.

Embora os gráficos de evolução das doenças e dos parâmetros de qualidade, de forma geral, mostrem tendências no sentido de degradações crescentes quando se consideram os respectivos períodos totais de análise, podem ocorrer, em períodos menores, comportamentos com sentidos inversos, em função da existência de imprecisões e oscilações ao longo do tempo. Assim, para o período comum de análise, de 1997 a 2000, não foram verificadas, em geral, boas correlações.

Mesmo com tais imprecisões e oscilações, entretanto, foram obtidas, para a hepatite A em Pinhais, fortes correlações positivas com parâmetros de qualidade como fosfatos, coliformes fecais, nitrogênio total e DBO_5 , indicando a relação entre a degradação da qualidade da água e o aumento do número de casos de doenças com transmissão relacionada à mesma.

É importante observar que o adensamento populacional nas áreas de manancial da RMC, particularmente na década de 1990, ocorreu tanto em áreas de loteamentos aprovados

mas sem urbanização adequada, como em invasões (LIMA e MENDONÇA, 2003), levando a uma ocupação irregular crescente de áreas como várzeas e margens do Palmital e afluentes.

A melhoria da infra-estrutura urbana, notadamente os serviços de saneamento, podem reduzir significativamente a incidência das doenças relacionadas à água, transmitidas tanto pela ingestão como pelo contato com a mesma. Segundo BONATTO (2003), foi verificada uma redução da incidência de hepatite A e leptospirose nos bairros de Pilarzinho e de Campo Comprido, em Curitiba, após a implantação dos serviços de esgotamento sanitário. Com relação à leptospirose, não houve qualquer notificação após essa implantação.

6. CONCLUSÕES

As leis instituídas no âmbito estadual e municipal, tendo em vista a proteção do meio ambiente e recursos hídricos, são todas posteriores à aprovação de grande parte dos loteamentos existentes e do adensamento urbano acentuado verificado a partir da década de 1970, entrando em vigor com a sub-bacia já apresentando acentuado nível de degradação. Ao início do monitoramento da qualidade da água do Palmital, em 1982, indicadores como o fosfato e coliformes totais e fecais já apresentavam valores médios superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 20, de 1986, para rios Classe 2. A evolução desses parâmetros, crescentes mesmo após a aprovação dessas leis, indica a baixa eficácia nas suas aplicações.

O Decreto Estadual nº 1751/96 que promoveu uma redefinição de áreas consideradas de interesse para preservação, no sentido de reduzi-las, atingiu entre outras, parte da sub-bacia do Palmital, em sua margem direita, no município de Pinhais. Além da redução de sua área de interesse para preservação, esse decreto agravou a fragmentação da sub-bacia, já existente nas definições do Decreto Estadual 2.964/80, gerando dificuldades na sua gestão como um todo visando a manutenção dos padrões de qualidade da água, em função dos naturais conflitos de interesse provocados pela coexistência de áreas protegidas e não protegidas em uma mesma região.

O Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, criado pela Lei Estadual 12.248/98, é recente e ainda em implementação, e seus efeitos não podem ainda ser mensurados.

Em Colombo, a lei municipal 32/78 de zoneamento, uso e ocupação do solo, estabelece, no que se refere à proteção de áreas de fundo de vale, uma faixa de drenagem não edificável e não loteável, com largura variando, no caso do rio Palmital, de 15 metros, em suas cabeceiras, a 150 metros, no limite com Pinhais. Essas áreas marginais de proteção, ao longo do curso principal do Palmital, vêm sendo ocupadas tanto por loteamentos regulares como por invasões. Esta lei de zoneamento, de 1978, é posterior à aprovação da grande maioria dos loteamentos hoje existentes.

Em Pinhais, a Lei Municipal n.º 489/2001, que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos, embora posterior ao período de análise deste trabalho, estabelece também a

largura mínima da faixa de preservação do rio Palmital, de 50 metros em cada margem. Percebe-se entretanto, que a sua implementação total será difícil, uma vez que loteamentos regulares e invasões hoje existentes não respeitam esse limite.

Os programas ambientais instituídos dedicaram-se à distribuição de água tratada à população, serviço que atinge quase 100% dos domicílios urbanos dos municípios de Colombo e de Pinhais, e à implantação de rede de esgoto em pequena parcela da área urbana das mesmas, servindo apenas cerca de 13% da população de Colombo e 12% da população de Pinhais.

Os parâmetros de qualidade da água analisados, de forma geral, retratam o cenário de crescimento urbano desordenado sem a necessária melhoria da infra-estrutura urbana, particularmente no que se refere à coleta e tratamento de esgoto sanitário, tanto na evolução ao longo do tempo como nas alterações à medida que as águas percorrem a sub-bacia.

Foram obtidas boas correlações entre os parâmetros de qualidade de água fosfato total, a DBO_5 , a condutividade, o nitrogênio Kjeldahl e o nitrogênio total, todos crescentes com o nível de poluição. O OD apresentou boa correlação negativa com o fosfato total, os coliformes totais, a DBO_5 , a condutividade, o nitrogênio kjeldahl e total, confirmando a tendência de redução do nível de OD com o aumento da carga de poluentes.

No ponto AI 03, representativo do comportamento global da sub-bacia, com maior período de monitoramento e situado junto à foz do Palmital no rio Irai, parâmetros como fosfato total, coliformes total e fecal, DBO_5 , condutividade, nitrogênio Kjeldahl e nitrogênio total são todos nitidamente crescentes, e o OD decrescente, indicando aumento da poluição, principalmente nos últimos anos. Observa-se em geral, também nos demais pontos de coleta, um crescimento mais acentuado dos parâmetros nos últimos anos, além de uma diminuição dos mesmos conforme se desloca para montante, acompanhando o nível de degradação da região em que se encontra.

No trecho de montante e em áreas mais preservadas, alguns indicadores, como coliformes, DBO_5 e nitrogênio, chegam a mostrar uma tendência decrescente. Todos esses parâmetros, principalmente fosfato total, coliformes e nitrogênio, estão relacionados com a contaminação por esgoto doméstico, principal fonte poluidora dos recursos hídricos da sub-bacia.

Os parâmetros fosfato total e coliformes totais e fecais, apresentaram, em todos os pontos e em praticamente todo o período de monitoramento, valores médios superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 20, para rios Classe 2.

A DBO₅ tem seu limite superado desde o início da década de 1990, nos pontos AI 03 e AI 42, no baixo curso do Palmital. O limite referente ao nitrogênio amoniacal é superado por todos os valores médios anuais disponíveis, em todos os pontos de monitoramento, enquanto nitratos e nitritos encontram-se todos abaixo dos limites correspondentes, indicando poluição recente. Os valores médios levantados para o parâmetro de OD mostram que o rio Palmital atingiu, em seu trecho inferior, níveis críticos nos últimos anos, muito próximos do limite mínimo estabelecido e até inferiores ao mesmo, particularmente no ponto AI 03. Para a condutividade, embora não seja estabelecido um limite, os valores médios são muito superiores aos níveis considerados típicos para rios e córregos.

Os valores de pH, em geral superiores a sete, refletem a presença de rochas calcáreas na porção superior da sub-bacia. Apresenta leve tendência decrescente à medida que atravessa áreas de ocupação mais densa, associada a outros poluentes relacionados à presença humana, principalmente o esgoto doméstico. Os valores médios registrados encontram-se todos dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 20.

Ao contrário dos demais parâmetros analisados, a turbidez e os sólidos totais mantiveram, mesmo com oscilações significativas, uma relativa estabilidade ao longo da década de 1990 em todos os pontos. Os valores médios, em todos os pontos e em todo o período de monitoramento, encontram-se dentro dos limites máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 20 para rios de Classe 2. Tal comportamento pode estar relacionado a falhas de amostragem, uma vez que não se verifica uma regularidade nas coletas, problemas na determinação desses parâmetros e também à influência direta da ocorrência de chuvas nos períodos anteriores à coleta.

Os valores de desvio padrão para fosfato total, DBO₅, os nitrogênios Kjeldahl e total e coliformes totais e fecais são em geral elevados, chegando a superar a média do período correspondente. Para a condutividade, OD, turbidez e sólidos totais, os valores de desvio padrão correspondem a frações das respectivas médias dos períodos, embora para os dois últimos representem parcelas consideráveis das mesmas. Para o pH, parâmetro com pequenas variações, foram obtidos os menores valores de desvio padrão com relação aos valores

médios. Para o fosfato total, DBO_5 , nitrogênio, e OD, os maiores valores foram verificados para o período de 1997 a 2000, que engloba os anos de variação mais acentuada desses parâmetros, indicando que as grandes dispersões se devem, em parte à evolução dos mesmos ao longo do tempo.

A participação da sub-bacia no total de casos notificados para a diarreia, hepatite A e leptospirose no período analisado, mostrou-se semelhante à sua participação na população total dos municípios envolvidos. Tal proporção não foi verificada apenas para a leptospirose, em Colombo, onde a taxa de incidência na sub-bacia foi maior que no total do município, refletindo a ocupação de áreas de preservação além de deficiências nos serviços de saneamento.

Para a leptospirose, e em menor grau para a hepatite A, foram observadas em geral, no período de 1997 a 2002, taxas médias de ocorrência em Pinhais maiores que em Colombo. Tal fato relaciona-se com a geomorfologia do município de Pinhais, com predominância de planícies e várzeas, sujeitas a inundações e de difícil drenagem natural, críticas para a preservação e que propiciam a disseminação dessas doenças.

Boas correlações foram obtidas para a hepatite A, em Pinhais, com parâmetros de qualidade como fosfatos, coliformes fecais, nitrogênio total e DBO_5 , indicando a relação entre a degradação da qualidade da água e o aumento do número de casos de doenças com transmissão relacionada à mesma.

De forma geral, as informações coletadas para a análise das doenças relacionadas à água, embora disponíveis para um período relativamente curto, permitiram avaliar a evolução das mesmas. Refletindo a degradação do ambiente com a ocupação desordenada, da mesma forma que os indicadores de qualidade, o número de ocorrências de hepatite A e leptospirose mostraram tendências crescentes para os dois municípios no período analisado, indicando a relação entre o uso do solo, a qualidade da água e a saúde da população.

A deficiência de infra-estrutura urbana, a deterioração da qualidade da água e a tendência crescente do número de casos de doenças relacionadas à água, detectadas neste trabalho, estão relacionados ao grande crescimento demográfico ocorrido nos últimos anos e às dificuldades enfrentadas pelo poder público em gerir tal situação.

Considerando-se as projeções de crescimento populacional para os dois municípios, especialmente para Colombo, o estado de conservação da sub-bacia, já preocupante

principalmente em seu terço médio e inferior, pode vir a se agravar caso não sejam adotadas ações efetivas de controle da poluição e ordenamento do uso e ocupação do solo

A melhoria da infra-estrutura urbana, notadamente os serviços de saneamento, associada a um ordenamento da ocupação, evitando o agravamento da degradação de margens e várzeas, além da recuperação destas últimas, podem melhorar significativamente os valores dos parâmetros de qualidade da água e reduzir a incidência das doenças relacionadas à água.

7. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Embora também tenham permitido verificar a evolução da degradação, os parâmetros de qualidade da água poderiam ser interpretados de forma mais precisa com uma sistematização maior na coleta de amostras.

Amostragens efetuadas com maior regularidade, e intervalos de tempo menores, permitiriam detectar variações sazonais e oscilações anormais, além de melhorar a confiabilidade e a representatividade do comportamento médio dos parâmetros. O pequeno número de amostragens, com grandes lacunas, levou à adoção, neste trabalho, de valores médios anuais e até quadrienais.

Uma interpretação mais precisa dos parâmetros de qualidade da água poderia ser feita, também, com a inclusão de novos pontos de monitoramento. A configuração atual, com dois pontos apenas no trecho inferior do curso principal do Palmital, dificulta uma análise mais detalhada da influência de ocupações situadas no seu trecho médio. Dados de vazão associados à amostragem permitiriam, além disso, análises com quantidades totais de poluentes, e não apenas com as concentrações dos mesmos.

O desvio padrão não se mostra uma boa ferramenta estatística para análise dos dados de qualidade da água, uma vez que as dispersões medidas pelo mesmo podem refletir a evolução dos parâmetros ao longo do tempo, e não a consistência desses.

ANEXOS

Anexo 1. Zoneamento do uso do solo no município de Pinhais, definido pela Lei 500/2001

ZONA (7)	PERMITIDO	PERMISSÍVEL	PROIBIDO
Zona de Ocupação Orientada I - ZOO I	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (5); - Chácaras de lazer; - Áreas de esporte/lazer; - Pousadas; - Atividades Agrícolas sem uso de agrotóxico. 	(6)	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação e funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras capazes de afetar os cursos d'água e a biota; - Abertura de canais, quando importar em sensível alteração das condições ecológicas locais; - Atividades que ameacem a extinção de espécies da biota regional; - Usos que por suas características comprometem a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.
Zona de Ocupação Orientada II - ZOO II	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (5); - Chácaras de lazer; - Áreas de esporte/lazer; - Pousadas; - Atividades Agrícolas sem uso de agrotóxico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comércio e serviço vicinal e de bairro (1); - Atividades secundárias não poluidoras; - Movimento de terra maior que 100 m³ (cem metros cúbicos) (6). 	
Zona de Ocupação Orientada III - ZOO III	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (5); - Chácaras de lazer; - Áreas de esporte/lazer; - Pousadas; - Atividades Agrícolas sem uso de agrotóxico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação coletiva (1) (2) (3); - Comércio e serviço vicinal e de bairro (1); - Atividades secundárias não poluidoras; - Serviços de apoio à comunidade local (6). 	
Zona de Ocupação Orientada IV - ZOO IV	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (5); - Chácaras de lazer; - Áreas de esporte/lazer; - Pousadas; - Atividades Agrícolas sem uso de agrotóxico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação coletiva (1) (2) (3); - Comércio e serviço vicinal e de bairro (1); - Atividades secundárias não poluidoras; - Serviços de apoio à comunidade local (6). 	
Zona de Ocupação Orientada V - ZOO V	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (3) (5); - Chácaras de lazer (3); - Áreas de esporte/lazer (3); - Pousadas(3); - Comércio e serviço vicinal (3); - Atividades de lazer e conservação definidas em Projeto Urbanístico específico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comércio e serviço vicinal em lotes com área maior que 2.000 m² (dois mil metros quadrados) (1) (3); - Atividades secundárias não poluidoras; - Serviços de apoio à comunidade local (6). 	
Zona de Urbanização Consolidada – ZUC	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (5); - Chácaras de lazer; - Áreas de esporte/lazer; - Pousadas; - Comércio e serviço vicinal e de bairro, não poluidores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação coletiva (2) (3); - Habitação de Interesse Social – com autorização prévia do Conselho Gestor dos Mananciais; - As habitações unifamiliares (máximo 1- uma – unidade a cada 125 m² - cento e vinte e cinco metros quadrados – de área do lote), implantadas até a data de aprovação desta Lei, poderão ser regularizadas, respeitando a taxa de ocupação da zona (6). 	
Zona de Restrição à Ocupação – ZRO	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades de lazer e conservação definidas em Projeto Urbanístico específico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação Unifamiliar (4) (6). 	

Anexo I. Continuação.

Zona de serviços – ZS	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades industriais e serviços, com baixo risco de poluição ambiental; - Habitação unifamiliar (3) (16). 		<ul style="list-style-type: none"> - Habitação coletiva ; - Implantação e funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras capazes de afetar os cursos d'água e a biota; - Usos que por suas características comprometem a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.
Zona Empresarial Verde – ZEV	<ul style="list-style-type: none"> - Indústrias não poluentes ; - Serviços não poluentes; - Habitação unifamiliar (3). 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação transitória (2); - Comércio e serviço vicinal; - Obras que impliquem em movimento de terra superior a 100 m³ (cem metros cúbicos) (6). 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação coletiva permanente.
Zona Especial Autódromo – ZEA	<ul style="list-style-type: none"> - Área de Esporte/Lazer; - Shows/eventos, inclusive culturais; - Treinos/competições automobilísticas e semelhantes; - Montagens/desmontagens de veículos; - Instalação de publicidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrução/assistência social/escola técnica de formação profissional; - Comércio e serviços correlatos diversos; - Atividades secundárias não poluidoras; - Serviços de apoio à comunidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitação permanente.
Zona da Represa - ZREP	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades de vela, remo e pesca esportiva (caniço e anzol) (8). 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa científica (8), outros esportes aquáticos, outros veículos náuticos que não utilizem motores à combustão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proibida a balneabilidade, uso de embarcações a motor (inclusive <i>jet-ski</i>), atividades de pesca intensiva com uso de rede, tarrafa, espinhão e outros utensílios do gênero. Proibidos todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.
Zona de Preservação da Represa - ZPRE	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação de áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acesso à represa preferencialmente através de parques públicos, desde que comprovado o interesse social ou utilidade pública da obra (9) (10) (11) (12). 	<ul style="list-style-type: none"> - Proibido o uso de agrotóxicos e outros biocidas; - Proibidos todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.
Zona de Parques - ZPAR	<ul style="list-style-type: none"> - Recomposição florística com espécies nativas; recuperação de áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipamentos de lazer, recreação e cultura conforme Plano Próprio de Manejo (13). 	<ul style="list-style-type: none"> - Proibido uso de agrotóxicos e outros biocidas. Proibidos todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.
Zona de Uso Institucional Restrito - ZUIR	<ul style="list-style-type: none"> - Uso institucional existente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa científica (15); manejo agropecuário e florestal (15). 	<ul style="list-style-type: none"> - Proibido uso de agrotóxicos e outros biocidas. Proibidos todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.
Zona de Conservação da Vida Silvestre II - ZCVS II	<ul style="list-style-type: none"> - Recomposição florística com espécies nativas; recuperação de áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa científica (8); atividades de educação ambiental (14); atividades de ecoturismo (14); manejo sustentado da biota (14). 	<ul style="list-style-type: none"> - Proibido o uso de agrotóxicos e outros biocidas; proibido todos os usos que promovam alteração da composição florística, natural ou em seus extratos de desenvolvimento; roçados; criação de barreiras artificiais internas (cercas, muros, etc.) sem espaços adequados para passagem de animais silvestres, conforme orientação do IAP; obras de drenagem; corte; exploração e supressão da vegetação primária ou em estágio médio e avançado de regeneração; uso de fogo como elemento de manejo. Proibidos todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica da bacia e a qualidade de conservação do meio ambiente.

Anexo 1. Continuação.

Zona de Conservação da Vida Silvestre III - ZCVS III	- Pesquisa científica; recomposição florística com espécies nativas.	- Habitação unifamiliar (8); fruticultura sem uso de agrotóxicos e biocidas; apicultura; piscicultura e lazer; outras atividades que permitam o manejo moderado e auto-sustentado da biota (14).	- Proibido o uso de agrotóxicos e outros biocidas; corte; exploração e supressão da vegetação primária ou em estágio de regeneração; uso de fogo como elemento de manejo.
--	--	--	---

OBSERVAÇÕES:

- (1) Em até 5% (cinco por cento) da área total da gleba a ser parcelada.
- (2) Permissível com aquisição de potencial construtivo.
- (3) Permitido/Permissível em lotes superiores a 1.200 m² (um mil e duzentos metros quadrados).
- (4) Uma habitação a cada 20.000 m² (vinte mil metros quadrados).
- (5) Uma habitação unifamiliar a cada lote, para o caso de parcelamentos ou por fração mínima, no caso de glebas.
- (6) Além dos usos constantes na TABELA III, nas ZOO I, II, III, IV e V; na ZUC, e na ZRO e na ZEV são permissíveis as seguintes atividades, dependendo da prévia autorização do Conselho Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente e demais órgãos competentes:
 - a) - realização de obras que importarem em movimentação de terra num volume superior a 100 m³ (cem metros cúbicos);
 - b) - desenvolvimento de atividades mineradoras capazes de afetar ou colocar em risco a qualidade do solo e das águas;
 - c) - uso de agrotóxicos ou outros biocidas;
 - d) - pastoreio excessivo, considerando-se como tal aquele capaz de acelerar sensivelmente os processos de erosão.
- (7) Nas Zonas não contidas nesta tabela os usos residenciais e não residenciais poderão ser instalados em qualquer lote, atendendo aos Art. 50, 51, 52 e 53 desta Lei.
- (8) Mediante licença prévia do IAP - Instituto Ambiental do Paraná.
- (9) No máximo 1 (um) acesso por empreendimento e mediante licença prévia do IAP, conforme RAP.
- (10) O licenciamento deverá estar vinculado à definição de co-responsabilidade do empreendedor com as medidas compensatórias, com as atividades de educação ambiental, de apoio à fiscalização e de execução de projetos visando a melhoria da qualidade ambiental do lago e do seu entorno.
- (11) As áreas de acesso público deverão estar providas de infra-estrutura sanitária adequada, sujeita ao licenciamento ambiental do IAP, de forma que não haja impacto de qualquer espécie no lago.
- (12) Os acesso deverão ser restritos e controlados pelo empreendedor (Prefeitura).
- (13) Mediante licença prévia do IAP, conforme RAP.
- (14) Conforme Plano Próprio de Manejo aprovado pelo IAP.
- (15) Ampliação das atividades existentes ou implantação de novas, dependem de aprovação do IAP/CAT (Câmara de Apoio Técnico da APA do Iraí).
- (16) Nos loteamentos existentes, 1 (uma) habitação por lote.

Anexo 2. Médias anuais de nitrogênio e frações

AI 03	Nitrogênio amoniacoal (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Nitrogênio Kjeldahl (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)
1982	0,25	0,39	0,03		
1983	0,21	0,28	0,02	0,63	0,80
1984				0,85	
1985				1,25	
1986				1,14	
1987				1,95	
1988				2,30	
1989					
1990					
1991	2,00	0,72	0,01	3,92	4,65
1992	0,19	0,56	0,02	0,75	1,33
1993	1,98	0,60	0,06	2,35	2,64
1994	2,29	1,03	0,18	4,06	5,27
1995	3,12	0,60	0,15	3,58	4,33
1996	2,11	2,42	0,09	3,36	5,87
1997	4,07	0,66	0,14	6,20	7,01
1998	1,18	1,07	0,11	2,42	3,61
1999	4,42	0,55	0,11	9,42	10,08
2000	13,53	0,31	0,09	22,77	23,17
AI 42					
1991	0,78	1,07	0,007	1,74	2,81
1992					
1993	1,07	1,33	0,040	1,12	1,93
1994	1,35	0,85	0,254	1,9	3,01
1995	1,20	0,84	0,123	1,97	2,93
1996	1,46	1,68	0,108	2,72	4,51
1997	2,35	1,81	0,278	3,67	5,76
1998	1,28	0,73	0,067	2,40	3,19
1999	3,32	0,77	0,17	4,89	5,83
2000	9,70	0,62	0,111	16,71	17,44
AI 47					
1993	0,19	0,94	0,025	0,99	1,96
1994	0,90	0,49	0,178	1,47	2,13
1995	1,11	0,28	0,048	1,21	1,54
1996	0,98	0,81	0,046	1,70	2,56
1997	2,06	1,73	0,135	3,05	4,91
1998	0,39	0,72	0,017	0,95	1,68
1999	0,67	1,07	0,048	2,04	3,16
2000	4,99	0,81	0,111	9,44	10,36
AI 47:					
1993	0,11	0,84	0,019	1,02	1,88
1994	0,03	0,42	0,004	0,14	0,56
1995	0,03	0,57	0,002	0,50	1,07
1996	0,08	0,73	0,024	0,32	1,07
1997	0,05	0,47	0,007	0,19	0,66
1998	2,03	0,66	0,009	0,23	0,89
1999	0,04	1,16	0,017	0,39	1,57
2000	0,16	0,64	0,009	0,37	1,02

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. São Paulo: **Geomorfologia**, USP. 16, nº 20, 1971. p.1-26.
- AESBE-ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO ESTADUAIS. **Água e Saúde**. Disponível em: <http://www.aesbe.org.br/aesbe/jornalaesbe/jor22002/agua_saude.htm> Acessado em: 25 mar. 2003.
- ANA-AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cobrança do uso da água**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/Cobranca/default2.asp>>. Acessado em : 10 dez 2003.
- ANDREOLI, C. V. et al. Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da Região Metropolitana de Curitiba – RMC. **SANARE**, Curitiba, v.12, n. 12, p. 19-30, jul/dez. 1999.
- ANDREOLI, C. V. et al. Limites ao desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. **SANARE**, Curitiba, v.12, n. 12, p. 31-42, jul/dez. 1999.
- ANDREOLI, C. V. et al. A crise da água e os mananciais de abastecimento. In: ANDREOLI, C. V. (Ed.). **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Sanepar/Finep, 2003. p. 35-84.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de. **Manual de Hidráulica**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de et. al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2 ed. São Paulo: CETESB / ASCETESB, 1987. v. 1.
- BANCO MUNDIAL. **Gerenciamento dos recursos hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1998.
- BANDOZ, T. J. **The geosphere and geochemistry**. Disponível em: <www.sci.ccny.cuny.edu/~tbandoz/EC16.DOC>. Acessado em: 25 nov 2003.
- BIGARELLA, J. J. et al. Origem de e ambiente de deposição da bacia de Curitiba. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba: Ed. UFPR, n. 4 e 5, 1961.
- BIGARELLA, J. J. et al. Geologia do pré-devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba: Ed. UFPR, n. 23 a 25, 1967
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estruturas e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 1994.
- BIZZONI, M. **Comparação do desempenho dos modelos QUAL-2E e MIKE 11 na região do Alto Iguaçu**. Curitiba, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná.
- BONATTO, A. **Uma alternativa para o esgotamento sanitário em áreas periféricas no município de Curitiba**. Disponível em: <http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v1n2/doc/artigos2/Artigo_amlir.doc>. Acessado em: 25 nov. 2003.
- BRANCO, S. M. **Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 2 ed. São Paulo: Editora CETESB. 1983.

BRASIL. **Código de Águas**. 1934.

BRASIL. **Lei Federal n.º 6.938/1981**. Dispõe sobre a criação da Política Nacional de Meio Ambiente e do Sistema Nacional de Meio Ambiente. Brasília, 1981.

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei Federal n.º 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei n.º 8.001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n.º 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

BRASIL. **Lei Federal n.º 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas-ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de Coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos, e dá outras providências. Brasília, 2000.

BRITO, L. T. L. **Estudo avalia qualidade da água em bacia hidrográfica baiana**. Disponível em: <<http://www.2.sede.embrapa.br:8080/intranet/bn.nsf/>>. Acessado em: 28 nov.2003.

CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Padrões e parâmetros de qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/padroes.asp>>. Acessado em: 05 agos. 2002.

CIVES-Centro de Informação em Saúde para Viajantes. **Doenças Transmitidas Através da Ingestão de Água e Alimentos**. Disponível em <<http://www.cives.ufrj.br/informacao/viagem/protecao.html#03>> Acessado em: 25 mai. 2003.

COBA-Consultores para Obras de Barragens e Planejamento S. A.. Diretrizes para o manejo ambiental do reservatório do Irai. In: _____. **Barragem do Irai**: Curitiba: v. 5, 1996.

COLOMBO. **Lei Municipal n.º 32 de 1978** - Dispõe sobre o zoneamento e uso do solo em Colombo. Colombo: 1978.

COLOMBO. **Lei Orgânica do Município de Colombo** - Dispõe sobre o ordenamento básico do município. Colombo: 1990.

COLOMBO. **Mapa da malha urbana, grandes regiões e bacias hidrográficas de Colombo**. Colombo: Secretaria Municipal de Planejamento, 2002. 1 mapa digitalizado. Escala 1: 75000.

COLOMBO. **Mapa de localização dos equipamentos de saúde**. Colombo: Secretaria Municipal de Planejamento, 2002. 1 fig.: color.: 29,7 x 42 cm.

COLOMBO. PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais**. Colombo: Ambiens / Secretaria Municipal de Planejamento, 2002.

COLOMBO. **História de Colombo**. Disponível em: <<http://www.colombo.pr.gov.br/historia.php>> Acessado em : 25 mai 2003.

COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: COMEC, 1976. 1 mapa: heliográfica; 90 x 60 cm. Escala 1: 50.000.

COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba-PDI**. Curitiba: COMEC, 1978.

COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA **Relatório Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: COMEC, 1997.

COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **UTP Pinhais** – Unidade Territorial de Planejamento Pinhais. Curitiba: COMEC, 1999.

COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **Karst Colombo**. Curitiba: COMEC, 2000.

COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **O que é a COMEC**. Disponível em: < <http://www.pr.gov.br/comec/ocomec.html>>. Acessado em: 15 jul. 2002.

CONAMA-CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução n.º 20, de 18 de junho de 1986**. Classificação das Águas Interiores do Território Nacional. Brasília, 1986.

CONSÓRCIO PARANASAN. **Estudo de Impacto Ambiental da Barragem de Piraquara II**. Curitiba, 2000.

CORREIA, S. Cidade Ilegal. **Folha de S. Paulo**, 12 fev. 2003.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

DALAMI, O. Utilização futura dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Curitiba. **SANARE**. Revista Técnica da Sanepar. Curitiba, V. 4, p. 31-43. 1995.

DIEESE-Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos. **As Negociações Coletivas no Brasil**. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/esp/negociacoes.pdf>>. Acessado: 30 nov. 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. São Paulo: Brasiliensis, 1988.

GIUSTI, D. A. ; NADAL, C. A. Proposições de Expansão Urbana na Região Metropolitana de Curitiba, com Base em Levantamentos e Cadastramentos Geotécnicos: In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (2000 : Florianópolis). **Anais**. Florianópolis : UFSC, 2000. p. 45.55.

IAP-INSTUTUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Cadernos de dados sobre a qualidade da água no rio Palmital. Curitiba: IAP, 2000.

IAPAR-INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina : IAPAR, 1994. v. 18.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 1991**. v. 1. Rio de Janeiro : IBGE, 1991.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população 1996**. v. 1. Rio de Janeiro : IBGE, 1997.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000**. In:_____. Agregado de setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro: 2002. 2 CDs-ROM.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados da População** - 1970 a 2000. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>> Acessado em: 27 de maio 2003.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php>> Acesso em: 18 nov. 2002.

IPARDES-INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno Estatístico**. Curitiba: IPARDES, 1979.

IPARDES-INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Paraná** - Projeção das populações municipais por sexo e por idade (2000-2010). Curitiba: IBGE/IPARDES/FNUP, 2000.

JACOBI, P. **Cidade e Meio Ambiente**: Percepções e práticas em São Paulo. São Paulo: Annablume, 2000.

JACOBS, G. A. **Dinâmica de uso e ocupação dos mananciais na Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Curitiba, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

JACOBS, G. A. ; RIZZI, N. E. O uso dos mananciais da R M Curitiba – A ocupação do espaço físico da bacia do Altíssimo Iguaçu. In: ANDREOLI, C. V. (Ed.). **Mananciais de abastecimento**: planejamento e gestão. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Sanepar/Finep, 2003. p. 87-132.

JULIANO, N. M. A. **Formas de remuneração de água e esgoto**. São Paulo: Sicilianos, 1976.

LAPPONI, J. C. **Estatística usando o Excel**. São Paulo: Lapponi Treinamentos e Editora, 2000.

LEAL, M. S. **Gestão Ambiental de recursos hídricos por bacias hidrográficas**: sugestão para o modelo brasileiro. Rio de Janeiro, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Departamento de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LLARULL, M. **Alkalinity**. Disponível em <euphrates.wpunj.edu/faculty/partnership/CBL/ex-cbl05.htm>. Acessado em: 25 nov.2003.

LIMA, E. B. N. R. **Modelação Integrada para Gestão da Qualidade Água na Bacia do Rio Cuiabá**. Rio de Janeiro, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio De Janeiro.

LIMA, L. F. de, et al. **Urbanização de Favelas no Município de São Paulo**. Disponível em: <<http://graduacao.pcc.usp.br/pcc567/Urbaniza%C3%A7%C3%A3oFavelas.pdf>> Acessado em: 30 jun 2003.

LIMA, C. A. ; MENDONÇA, F. **Planejamento Urbano-Regional e Crise Ambiental**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pt>. Acessado em 22 de set. 2003.

LINARTH, C. O cerco das favelas. **Revista CREA-PR**, Curitiba, v.1, n.12, p.15, jun/jul 2001.

MARCONDES, M. J. A. **Cidade e Natureza**: proteção dos mananciais e exclusão social. São Paulo: Studio Nobel/ Fapesp/ Edusp, 1999.

McCUTCHEON, S.C. et al. **Water Quality**. Handbook of hydrology. New York: McGraw-Hill, 1993.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 1.469, de 29 de dezembro de 2000**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 1.943, de 18 de outubro de 2001**. Define a relação de doenças de notificação compulsória para todo território brasileiro. Brasília, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE/FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **HEPATITE A** - Distribuição de casos confirmados, por Unidade Federativa, 1980 -2001. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/epi/pdfs/casos_conf_por_uf_1980_2001.pdf> Acessado em: 30 jun 2003.

MONTENEGRO, C. ; PEREIRA, P. **Monitorização dos Rios Portugueses**. Disponível em: <http://www.gasa3.dcea.fct.unl.pt/Assa/ptojestod/assa2000/assa05/entrada.htm>> Acesso em: 02 outubro 2000.

MIRANDA, T. L. G. **A avaliação da qualidade da água na bacia do Alto Iguaçu através de modelagem matemática para planejamento e gestão de recursos hídricos**. Curitiba, 2001. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Setor de Ciências Agrárias, UFPR.. Curitiba

METRÓPOLIS EM REVISTA. Curitiba: COMEC, v.1, n.1, 1999.

MOTA, S. **Urbanização e o Meio Ambiente**. Rio de Janeiro : ABES, 1999.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 2.964 de 19 set. 1980**. Declara como de interesse e proteção especial as áreas da Região Metropolitana que especifica. Curitiba, 1980.

PARANÁ. **Lei Estadual 8.935 de 7 mar. 1989**. Dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias de mananciais destinadas ao abastecimento público e adota outras providências. Curitiba, 1989.

PARANÁ. **Lei Complementar n.º 59 de 01 out. 1991**. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental. Curitiba, 1991.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 1.751 de 6 mai. 1996**. Declara como de interesse e proteção especial as áreas da Região Metropolitana que especifica. Curitiba, 1996.

PARANÁ. **Lei n.º 12.248, de 31 de julho de 1998**. Dispõe sobre a criação do o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba, 1998.

PARANÁ. **Lei n.º 12.726, de 26 de novembro de 1999**. Institui a Política Estadual de Recursos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos hídricos e dá outras providências. Curitiba, 1999.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 2.314 de jul. 2000**. Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Curitiba, 2000.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 2.315 de jul. 2000**. Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica. Curitiba, 2000.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 2.316 de jul. 2000.** Regulamenta a participação de Organizações Cíveis de Recursos Hídricos, no sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Curitiba, 2000.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 2.317 de jul. 2000.** Regulamenta competências da Secretaria de Estado Meio Ambiente e Recursos Hídricos como órgão executivo gestor e coordenador central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Curitiba, 2000.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 4.646 de 31 de ago. 2001.** Dispõe sobre o regime de outorga de direitos do uso de recursos hídricos. Curitiba, 2001.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 4.647 de 26 nov. 2001.** Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Curitiba, 2001.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 5.361 de 26 nov. 2002.** Regulamenta a cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos. Curitiba, 2002.

PARANÁ-SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ. **Leptospirose:** Aspectos Epidemiológicos. Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/Agravos/Leptospirose/aspectos_epidemiologicos.htm> Acessado em 20 mai. 2003.

PARANÁ-SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ. **Hepatite A:** Aspectos Epidemiológicos. Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/Agravos/Hepatite_A/aspectos_gerais.htm> Acessado em 20 mai. 2003.

PARANÁ-SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ. **Aspectos Gerais das Diarréias Agudas.** Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/Agravos/Doencas_diarreica/aspectos_gerais.htm> Acessado em 20 mai. 2003.

PARANÁ-SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ. **Número de casos de diarréias agudas no Paraná de 2000 a 2002.** Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/Agravos/Doencas_diarreica/aspectos_gerais.htm> Acessado em 13 mar. 2004.

PINHAIS. **Plano Diretor - Pinhais 2010.** Pinhais: Sanchez, Pereira e Basile, 2001.

PINHAIS. **Lei Municipal n.º 489 de 17 de dezembro de 2001.** Dispõe sobre o Parcelamento, do Solo para fins Urbanos no Município de Pinhais. Pinhais, 2001.

PINHAIS. **Lei Municipal n.º 500 de 17 de dezembro de 2001.** Dispõe sobre o Zoneamento, O Uso e a Ocupação do Solo Urbano no Município de Pinhais. Pinhais, 2001.

PINHAIS. **Mapa da malha urbana, bairros e equipamentos de saúde .** Pinhais: Sanchez, Pereira e Basile, 2001. 1 mapa digital. Escala 1: 40.000.

PINHAIS. **Mapa de zoneamento, uso e ocupação do solo urbano.** Pinhais: Sanchez, Pereira e Basile, 2001. 1 mapa digital. Escala 1: 40.000.

PINHAIS. **Mapa da rede de esgoto.** Pinhais: Sanchez, Pereira e Basile, 2001. 1 mapa digital. Escala 1: 40.000.

PINHAIS. **Mapa das bacias hidrográficas.** Pinhais: Sanchez, Pereira e Basile, 2001. 1 mapa digital. Escala 1: 40.000.

PINHAIS. **História de Pinhais.** Disponível em: <http://www.pinhais.pr.gov.br/cidade/historia.html> Acessado em: 15 mai 2003.

REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escrituras, 1999. p. 1-37.

RIZZI, N. E. **A avaliação do benefício florestal de proteção à potabilidade natural das águas para abastecimento da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 1981. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RIZZI, N. E. Diretrizes para o planejamento hidrológico. In: ANDREOLI, C. V. (Ed.). **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Sanepar/Finep, 2003. p. 461-494.

ROCHA, A. L. **Caracterização ambiental, hidrogeológica e geoquímica dos depósitos aluvionares da bacia hidrográfica do rio Pequeno Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba, 1996. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

SCHUSTER, Z. L. L. **Sanepar Ano 30: resgate da memória do saneamento básico do Paraná**. Curitiba : Sanepar, 1994.

SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentado dos recursos hídricos**. Brasília, IBAMA, 1996.

SETTI, A. A. **Diagnóstico sobre a situação dos mananciais dos 20 (vinte) municípios selecionados dos estados do Acre, Pará, Ceará, Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Goiás e proposta de estruturação do programa de preservação e conservação de mananciais**. Brasília, 1998.

SEWELL, G. H. **A administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: Edusp/CETESB, 1978.

SILVA, E. R. **O curso da água na história: Simbologia, Moralidade e a Gestão de Recursos Hídricos**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Saúde Pública), Fundação Oswaldo Cruz.

SUDERHSA-SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Bacias hidrográficas**. Curitiba: SUDERHSA, 1987. 1 mapa colorido, 50 x 30 cm. Escala 1: 1000000.

SUDERHSA-SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Qualidade da águas interiores do Estado do Paraná: 1987 - 1995**. Curitiba: SUDERHSA, 1997.

SUDERHSA-SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Plano de despoluição hídrica da bacia do Alto Iguaçu**. Curitiba: CH2HILL/ SUDERHSA, 2000, v. 1.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 475-508.

TUNDISI, J. G. et al. Ecossistemas de águas Interiores. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 153-192.

UNICEF. **2003 - Ano Internacional da Água Potável**. Disponível em: < [http:// www. unicef. org/brazil/agua.htm](http://www.unicef.org/brazil/agua.htm) > Acessado em: 25 mar. 2003.

URBAN, T. **Delírio das Águas**: projeto de troca dos mananciais sacrifica bacia do Ribeira. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/website/parabolicas/edicoes/edicao42/reportag/pg03.htm>>. Acessado 25 nov 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Universidade de Minas Gerais, 1996. v 1.

WEBER, P. S. Água, o ouro do século XXI. **SANARE**, Curitiba, v.10, n. 10, p. 5-7, jul/dez. 1998.